Revue générale des Sciences

pures et appliquées

et Bulletin de la Société Philomathique

T. LIX N°* 9-10 1952

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

ERNEST VESSIOT

(1865-1952)

Ernest Vessiot, directeur honoraire de l'Ecole Normale Supérieure, membre de l'Académie des Sciences, est mort à La Bauche (Savoie), le 17 octobre 1952, après une longue vie de labeur : des plus variées, son activité dota l'Ecole Normale de ses nouveaux laboratoires, inaugurés en 1938.

Admis à la rue d'Ulm en 1884, à 19 ans, il ne tarda pas, à la suite d'une thèse restée célèbre (1891), à s'affirmer comme l'un des plus brillants disciples du géomètre norvégien Sophus Lie et à élargir les méthodes que celui-ci venait de créer pour rationaliser, au moyen de la théorie des groupes, l'intégration des équations différentielles. Après une étude très profonde du cas des équations linéaires, il s'est attaché, dans le cas général, à développer une théorie de la réductibilité d'un système différentiel, apte à prévoir les simplifications que peut offrir tel ou tel système particulier. Cette construction s'inspire de la théorie que Galois avait développée pour les équations algébriques et s'apparente aussi aux recherches que Jules Drach avait exposées dans sa thèse de 1898, recherches complétées dans l'œuvre de Vessiot, et cela, tout récemment encore (cf. Ann. Ec. Norm. Sup., années 1940, 1941, 1946). L'étude cinématique de la propagation des ondes, en liaison avec divers problèmes de calcul des variations, apportent d'autres témoignages de la richesse d'une pensée très pénétrante et très admirée aussi pour la sûreté de son cheminement.

Vessiot est l'un des mathématiciens dont on souhaiterait de voir publier intégralement les œuvres.

G. BOULIGAND.

XIII[e] Congrès de Chimie Pure et Appliquée

Le XIII[e] Congrès de Chimie Pure et Appliquée aura lieu à Stockholm du 29 juillet au 4 août 1953 et à Upsala du 5 au 7 août 1953. Le Congrès comprend une section de Chimie-Physique avec les subdivisions : Thermodynamique et Thermochimie, Electrochimie, Chimie des surfaces et des colloïdes, Cinétique de réactions et d'autres branches de la Chimie-Physique. Il sera organisé, en outre, un Symposium sur la Chimie du Bois subdivisé en : Structure chimique des composés du bois, Chimie de la cellulose et de l'hémicellulose, Chimie de la Lignine. Enfin, en connexion immédiate avec le Congrès, un Symposium sur la Chimie macromoléculaire prendra place à Upsala.

Pour tous renseignements sur le Congrès, s'adresser à : *XIIIth International Congress of Pure and Applied Chemistry, Stockholm*, 70 (*Suède*).

L'Action Technique Européenne

Le Rassemblement Européen des Arts Chimiques aura lieu l'année prochaine à Paris, à l'occasion du Deuxième Salon de la Chimie fixé du 18 au 29 juin. Un certain nombre de manifestations importantes se tiendront à cette occasion : des Congrès, des Journées, des Symposiums, des Assemblées.

Parmi les réunions déjà annoncées figurent :

— Le 1[er] Congrès International de la Corrosion ; le XXVI[e] Congrès International de Chimie Industrielle ; le VII[e] Congrès International d'Esthétique et de Cosmétologie ; la II[e] Session de Génie Chimique.

— Les Journées : de l'Ingénieur Chimiste ; de la Mesure ; du Contrôle et de la Régulation ; de l'Analyse et des Essais ; des Peintures, Pigments et Vernis ; des Corps Gras ; des Plastiques ; du Caoutchouc, des Parfums naturels et synthétiques.

— L'Assemblée générale de l'Association Nationale des Anciens Elèves des Ecoles Nationales Supérieures de Chimie.

D'utiles contacts se préparent entre les éléments scientifiques, techniques et industriels qui concourent à l'avancement de la chimie appliquée et au développement de ses diverses branches.

Ce rassemblement s'annonce comme l'un des plus vastes qui aient été organisés en Europe depuis la guerre.

Aspects de la pédagogie élémentaire des mathématiques

par Daniel LACOMBE

Parmi tous les problèmes que soulève l'enseignement secondaire, celui de la pédagogie des mathématiques occupe une place à part, tant par son urgence que par les obstacles à vaincre. Non seulement le niveau moyen des résultats obtenus semble à beaucoup d'éducateurs relativement faible par rapport aux efforts et au temps dépensés (1), mais encore il existe dans les classes de mathématiques (et c'est là une situation qui leur est propre) une importante masse d'élèves dont la quasi-nullité paraît moins causée par un défaut d'aptitude que par un complexe fait d'incompréhension résignée, de découragement, voire de dégoût ou d'hostilité. Si un tel état de choses pouvait paraître normal voici un siècle, il constitue aujourd'hui un sérieux danger au double point de vue technique et culturel.

C'est assez dire l'intérêt d'un travail comme celui où M. FOUCHÉ (2) nous apporte, sous une forme volontairement simple, le fruit de ses expériences pédagogiques. Ce petit livre, qui analyse avec beaucoup de pertinence les attitudes et les réactions des élèves, est fait de remarques psychologiques très fines appuyant des suggestions discrètes et pleines de bon sens. Aussi la seule critique qu'on puisse lui adresser s'applique-t-elle précisément à cette discrétion, à la modestie un peu excessive d'un ouvrage qui semble accepter en bloc les méthodes traditionnelles, s'appliquant seulement à les améliorer dans le détail par des conseils pratiques adressés aux éducateurs. Les lecteurs ne sont peut-être pas, ainsi, suffisamment mis en garde contre les deux principales erreurs qu'on risque de commettre au sujet de l'enseignement mathématique.

La première consiste à ne voir dans cet enseignement qu'une question de pure pédagogie — c'est-à-dire de psychologie — alors que c'est aussi un problème *mathématique* — et point tellement élémentaire. Avant de rechercher les moyens précis qui permettront aux élèves d'assimiler un enchaînement de notions, propositions et procédés, il est bon de vérifier au préalable si cet enchaînement est

(1) Cf. par exemple G. MIALARET. *Etude de quelques mécanismes algébriques, compte rendu d'une enquête de l'Association des Professeurs de Mathématiques. Cahiers Pédagogiques pour l'Enseignement du Second degré.* 1951-1952 n° 2 (10 nov. 1951).

(2) A. FOUCHÉ. *La pédagogie des Math.* Un vol. 12 × 19 de 132 p. Presses Univ. de France, Paris 1952. Prix : 300 francs.

assez rigoureux et d'un rendement technique suffisant. Car la rigueur et la fécondité mathématiques ne sont pas seulement souhaitables en elles-mêmes, mais donnent aussi à la méthode qui les possède plus de naturel et de plus grandes possibilités de compréhension, même à un échelon très élémentaire. Ce sont des insuffisances *logiques* (notions mal analysées, recours à de pseudo-évidences, procédés « ersatz » remplaçant les véritables) qui créent une bonne part des difficultés pédagogiques rencontrées dans l'enseignement secondaire. Car la deuxième erreur serait de considérer *a priori* les méthodes traditionnelles de cet enseignement comme particulièrement « naturelles », alors qu'en réalité elles reflètent surtout les vicissitudes d'une histoire troublée dont elles perpétuent les différents dépôts.

M. Fouché divise son ouvrage en deux parties bien distinctes : l'Algèbre et la Géométrie. Et c'est un fait certain qu'à l'heure actuelle ces deux branches possèdent, dans l'enseignement du second degré, des caractères tout à fait distincts. L'origine de ces différences est aisée à retrouver. L'Algèbre, en effet (c'est-à-dire, au stade pédagogique qui nous occupe, l'étude élémentaire du corps des nombres réels et de ses applications géométrico-physiques), s'est développée surtout après la période hellénique, pendant le moyen âge arabe et la Renaissance. Le besoin de rigueur, caractéristique à l'esprit grec, avait fait place au désir d'obtenir avant tout des *résultats*, en perfectionnant les techniques plus qu'en analysant les principes. On peut dire (en première approximation, bien entendu) que cette tendance « opératoire » s'est prolongée pendant le XVII^{e} et le XVIII^{e} siècles, avec les débuts et le perfectionnement du calcul infinitésimal. C'est pendant le XIX^{e} siècle et au début du XX^{e} que le développement même de la technique a rendu nécessaire une révision des fondements. Mais cette refonte, qui traduit pourtant le simple besoin de « voir clair », a relativement peu influé sur les programmes scolaires. La Géométrie élémentaire, au contraire, fruit du « miracle grec », fut créée dans une atmosphère intellectuelle où le raffinement logique était non seulement très avancé, mais aussi extrêmement vivant, utile techniquement, et sans cesse perfectionné. Une fois cette atmosphère disparue, la rigueur euclido-archimédienne s'est sclérosée, sa lettre s'est momifiée, cependant que son esprit restait généralement incompris. La pédagogie, au cours des siècles, a peu à peu laissé choir la plupart des finesses d'Euclide, cependant que les quelques défauts, logiques et techniques, de ce dernier, étaient soigneusement conservés et aggravés (3).

(3) Ces défauts sont dus essentiellement à l'imprécision qui plane dans Euclide (et qui plane encore bien davantage dans notre enseignement) sur les notions de « déplacement » et d' « égalité ». Remarquons bien que la faiblesse logique de l'analyse préalable se traduit aussitôt ici — comme partout — par des faiblesses encore plus graves dans les procédés techniques (cf. ci-dessous).

En Algèbre, la situation scolaire est à peu près la suivante : l'élève « moyen » applique mécaniquement, et sans chercher à comprendre, des méthodes qu'il a plus ou moins bien retenues (et qu'il ne retient et n'applique si mal, d'ailleurs, que parce qu'il n'en a pas suffisamment compris la substance logique et concrète). La première tâche serait de faire analyser (et sans cesse réanalyser) aux enfants la notion même de nombre. Dans leur esprit, en effet, dès qu'ils ont à peu près assimilé les écritures et les procédés, aussitôt grandeurs, chiffres, lettres — et tout ce qui se note symboliquement — vient se fondre en une pâte unique sur laquelle on opère à volonté, sans réflexion, grâce à quelques recettes pratiques. Les fautes absurdes d'homogénéité dans les formules géométriques ne constituent qu'un des aspects — et un des moins graves — de ce confusionnisme intellectuel. Comme il ne peut guère être question, dans l'enseignement du second degré, de définir abstraitement les nombres réels à partir des nombres entiers, il faudrait que les élèves assimilent parfaitement les différents procédés logico-techniques qui permettent de définir (à titre d'opérateurs, de rapports, de mesures...) les nombres réels (ou tout au moins rationnels) à partir des grandeurs, ainsi que les diverses propriétés qui conduisent aux opérations entre nombres et grandeurs puis, par abstraction, entre nombres eux-mêmes. M. Fouché, à ce sujet, conseille très judicieusement les exercices de « version » et « thème » : traduction du langage ordinaire en langage mathématique et vice-versa. Il semble, par contre, que des notations comme celles qu'il propose page 66 :

$$\text{vitesse} = (\text{km. } 32 - \text{km. } 82) : (\text{heure } 15 - \text{heure } 13)$$
$$= (-50) : (+2) \text{ km.} - \text{h.} = -25 \text{ km.} - \text{h.}$$

soient plus faites pour aggraver les confusions que pour les dissiper (4).

En Géométrie la plupart des élèves, d'une part subissent la rigueur bien plus qu'ils ne la comprennent et, d'autre part, mis en face d'un problème, cherchent désespérément à « voir » au lieu d'analyser logiquement les données. Cet échec des méthodes traditionnelles provient en grande partie d'un manque d'analyse préalable pour les notions prétendues « simples » (comme l'égalité des segments et des angles), analyse qui pourrait pourtant s'effectuer sur le plan le plus concret et le plus « intuitif ». Faute de cela, beaucoup de démonstrations ne représentent que des cercles vicieux plus ou

(4) Une notation correcte, plus simple et tout aussi compréhensible, serait la suivante :

Mesure du trajet parcouru avec pour unité le km. orienté $= 32 - 82 = -50$.
Mesure en heures du temps mis à le parcourir $= 15 - 13 = 2$.
Mesure, en km./h., de la vitesse $= (-50) : 2 = -25$.

moins apparents, et, au point de vue technique, les méthodes employées ne sont souvent que des « ersatz ». Ainsi, un des exemples de théorème cité (page 105) par M. Fouché : l'égalité des angles opposés par le sommet, est doté généralement de « démonstrations » qui non seulement reposent sur des pétitions de principe, mais encore masquent sous de fausses évidences la véritable nature de la question (5). D'autre part, le problème I, proposé page 79, est le type même de l'exercice créé uniquement pour appliquer le sacro-saint procédé du découpage en triangles égaux, procédé qui, généralisé comme il l'est dans notre enseignement, constitue une caricature de méthode mathématique et une cause importante de l'incapacité où se trouvent les enfants à résoudre logiquement les questions. Quant au problème II (page 92), il serait intéressant si les élèves savaient « voir » les vecteurs équipollents, les translations, les symétries et les directions de droites. Mais comme ils sont condamnés à des ersatz (triangles égaux, angles « alternes-internes », etc...), il n'est pas étonnant que les résultats soient si médiocres.

Le problème III, page 97, est un problème de « construction ». Remarquons que la notion de construction peut être abordée de trois points de vue totalement différents :

1° Détermination expérimentale aussi exacte que possible avec les instruments les plus adéquats ; il est évidemment absurde, à ce point de vue, de se restreindre à la règle et au compas.

2° Démonstration d'existence (avec discussion ou non) à partir des axiomes d'existence ; c'est là le rôle de la construction dans Euclide ; on peut, si l'on veut, chercher à limiter le nombre des axiomes employés (ainsi on peut distinguer entre le compas « traceur de cercles » et le compas uniquement « transporteur de segments » (6), et le problème proposé par M. Fouché est résoluble sans tracer de cercles, ce qui serait intéressant à faire remarquer aux élèves) ; mais les axiomes admis dans l'enseignement actuel permettraient l'emploi de bien d'autres instruments : rapporteur, équerre, papier calque, etc...

---

(5) L'égalité de deux angles et la somme de deux angles ne sont pas des notions naturelles à l'enfant. L'enseignement primaire et secondaire, au lieu de les analyser (ce qui ferait découvrir un grand nombre de propriétés neuves et fécondes) préfère, en multipliant les évidences approximatives, faire fondre ces notions dans la pâte nombres - grandeurs - symboles qui, comme nous l'avons remarqué, emplit de sa messe amorphe l'esprit de l'élève moyen.

(6) Le compas transporteur de segments implique seulement que l'équation $x^2 = a^2 + b^2$ est résoluble quels que soient a et b, tandis que l'existence des points d'intersection de deux cercles ou d'un cercle et d'une droite quelconques, (pourvu que la droite ou le second cercle possèdent en même temps des points intérieurs et extérieurs au premier cercle), implique une propriété plus forte, à savoir que l'équation $x^2 = a$ soit résoluble quel que soit a positif (cf. par exemple Hilbert. *Grundlagen der Geometrie*).

3° Jeu ou exercice abstrait, où l'on s'impose par convention de n'utiliser que tel ou tel instrument (ainsi, la géométrie du compas seul de MASCHERONI, ou bien chez HILBERT les constructions avec uniquement la règle et le « transporteur d'un unique segment fixe »).

En mélangeant ces trois points de vue, les méthodes traditionnelles embrouillent passablement l'esprit des élèves.

Nous ne pouvons discuter plus en détail les idées, fort intéressantes de M. FOUCHÉ. Mais, répétons-le, les critiques que nous venons d'avancer envers son ouvrage ne s'adressent pas tant au contenu même du livre qu'au point de vue un peu trop restreint où son auteur a choisi de se placer. C'est là, quoi qu'il soit, un travail qui doit intéresser de nombreux lecteurs à l'un des problèmes les plus importants de notre enseignement actuel.

Daniel LACOMBE.

LES LIVRES REÇUS

BARRIOL (Jean). — Mécanique quantique (Coll. Euclide, Presses Universitaires, Paris) 1.500 fr.

BOURRELY (P.) et MANGUIN (E.). — Les Algues d'eau douce de la Guadeloupe et dépendances (S. E. D. E. S., Paris) 1.500 fr.

BOGUE (R. H.). — La Chimie du Ciment de Portland (Lib. Eyrolles, Paris) 5.500 fr.

BROUSSE (Pierre). — Etude d'équations aux dérivées partielles rencontrées dans la théorie des phénomènes de torsion (Publ. Scient. et Tech. du Ministère de l'Air) 600 fr.

GOGUEL (Jean). — Traité de Tectonique (Masson et Cie, Paris).

GRASSE (Pierre-P.). — Traité de Zoologie, tome 1, 1er fascicule : **Phylogénie, Protozoaires, Généralités, Flagellés** (Masson et Cie, Paris), broché : 9.000 fr., cartonné : 9.600 fr.

GUNTHER (K.) et DECKERT (K.). — Le Monde merveilleux des Abysses (Payot, Paris).

HAAG (Jean). — Les mouvements vibratoires (Coll. Euclides, Presses Universitaires, Paris) 1.600 fr.

HOUSTON (William-V.). — Principles of Quantum Mechanics (Mc Graw Hill Book C°, Londres) 48 schillings.

JAVILLIER (Maurice). — Les éléments chimiques et le Monde vivant (Bibliothèque de Philosophie scientifique, Flammarion, Paris) 675 fr.

JOSSERAND (M.). — La Description des Champignons supérieurs (Lechevalier, Paris) 3.500 fr.

MARÉCHAL (André). — Imagerie géométrique, Aberrations (Ed. de la Revue Générale d'Optique, Paris) 1.600 fr.

(Voir suite page 299.)

LES TRAVAUX D'HISTOIRE DES SCIENCES EN FRANCE

par Maurice DAUMAS

L'histoire des sciences occupe dans notre pays une position peu confortable. Enseignée à la Faculté des Lettres, où elle est comprise dans les études de philosophie, elle est étudiée par des chercheurs formés à des disciplines intellectuelles fort différentes : philosophie, théologie, sciences mathématiques, physiques ou naturelles, archéologie, école des Chartes. Ceux qui viennent à elle sont entraînés uniquement par leur curiosité. Il n'y a pratiquement aucune possibilité pour un étudiant français de choisir délibérément l'histoire des sciences pour y faire une carrière. La perspective d'aucun poste rémunéré ne s'ouvre devant lui, le rapport financier des ouvrages de librairie reste de très loin hors de proportion avec la somme de travail qu'ils représentent.

Ces sortes de travaux ne peuvent donc constituer pour la majorité de ceux qui les entreprennent qu'une activité seconde, qui prend plus ou moins d'importance, selon les conditions dans lesquelles ils peuvent être poursuivis.

Malgré des circonstances aussi défavorables, l'histoire des sciences demeure en France une discipline vivante qui apporte d'une façon très régulière sa contribution à notre patrimoine culturel.

En cette matière, les travaux de savants illustres, comme Marcellin Berthelot, Pierre Duhem, J. et P. Tannery, pour ne citer que ceux dont le nom vient immédiatement à l'esprit, ont créé une tradition qui n'est pas près de s'éteindre. Les historiens de la présente génération trouvent un encouragement et un enseignement précieux par exemple dans les ouvrages d'un auteur comme M. Louis de Broglie, dont plusieurs, et l'un des plus récents en particulier, *Savants et découvertes*, sont consacrés entièrement ou en partie à des biographies de savants et à des exposés sur l'histoire récente des sciences physiques. Nous verrons que les représentants les plus qualifiés de chaque discipline scientifique sont intéressés par l'histoire de leur science et y consacrent souvent une partie de leur activité.

Les institutions dont le but est de promouvoir les études d'histoire des sciences sont peu nombreuses. Leur récapitulation est

rapidement faite, mais non l'énoncé de leurs activités. Voyons d'abord la province, où les historiens se trouvent assez isolés. En effet, depuis la disparition de M. Daudin, l'histoire des sciences n'étant plus enseignée à Bordeaux, seules deux facultés de province donnent actuellement un tel enseignement. Ce sont celle de Montpellier, où M. Pierre Humbert, professeur à la Faculté des Sciences, donne un cours d'histoire des sciences à l'intention des étudiants de philosophie, et celle de Besançon, où M. Pierre Ducassé traite de l'histoire et de la philosophie des sciences dans leurs rapports avec la philosophie générale.

On connaît les nombreuses publications de M. Humbert sur l'histoire des mathématiques et l'histoire de l'astronomie : Copernic et Galilée, Peiresc, Gassendi, la grande figure de Pierre Duhem, ont été successivement l'objet de ses études ; nous citerons seulement ses plus récents ouvrages, *L'œuvre scientifique de Pascal*, et sa récente *Histoire des découvertes astronomiques*.

M. Ducassé, qui est non seulement professeur à la Faculté de Besançon, mais encore secrétaire de l'Institut d'histoire des sciences et des techniques de Paris, a publié de nombreux travaux sur l'histoire et la philosophie des sciences, dont les plus importants concernent Auguste Comte.

A Paris, l'enseignement est donné par M. le professeur Bachelard, directeur de l'Institut d'histoire des sciences et des techniques. L'œuvre épistémologique de M. Bachelard, qui ne cesse de se développer, éclaire maints aspects de l'histoire des sciences d'un jour personnel ; elle aide les historiens à acquérir une connaissance plus complète de leurs propres sujets d'étude, car le contact d'une pensée aussi vivace donne une actualité permanente à l'histoire des découvertes, aussi bien qu'à celle de la philosophie scientifique. Par son enseignement à la Sorbonne, par la direction des travaux des jeunes chercheurs, autant que par ses ouvrages, M. Bachelard exerce la plus profonde influence sur les études d'histoire des sciences en France.

L'Institut d'histoire des sciences et des techniques publie un recueil annuel des travaux, *Thalès*, dont deux tomes ont été imprimés depuis la guerre. Les volumes antérieurs, parus entre 1934 et 1939, contiennent les signatures de MM. Abel Rey, Louis Massignon, E. Picard, Louis de Broglie, Laignel-Lavastine, Bouligand, Hadamard, Frechet, Lebesgue... ; dans les tomes 5 et 6, celles de MM. Piaget, Matoré, Varagnac, Russo, Ducassé, Bouligand, Taton, Lacombe...

M. Bachelard est aussi le président du groupe français d'historiens des sciences, groupe qui constitue une section du Centre

international de synthèse. Sous l'impulsion de son fondateur et directeur, M. Henri Berr, le Centre de synthèse a toujours fait une place particulière à l'histoire des sciences. De multiples sujets s'y rattachant figurent régulièrement au programme des semaines d'études organisées par le Centre et sont traités dans la *Revue de Synthèse* publiée par le Centre. La remarquable collection historique, *L'Evolution de l'Humanité*, publiée sous la direction de M. Henri Berr, compte plusieurs volumes consacrés à l'histoire des sciences. On se souvient du volume d'Emile Guyénot, *Les sciences de la vie aux* XVII^e^ *et* XVIII^e^ *siècles*, et de la série d'Abel Rey, *La science dans l'Antiquité*, dont les deux derniers volumes ont été publiés après la mort du célèbre savant. De nombreux autres titres sont attendus dans la collection de M. Berr.

Le Centre de synthèse possède une bibliothèque consacrée aux ouvrages traitant d'histoire des sciences, qui peuvent être consultés sur place. Il est aussi le siège de l'Académie internationale d'Histoire des sciences. L'Académie publie, avec l'aide de l'U.N.E.S.C.O., les *Archives internationales d'histoire des sciences*, dans lesquelles la majorité des articles sont rédigés en français. Cette revue avait été créée par Aldo Mieli sous le titre d'*Archeion* ; M. Pierre Sergescu, secrétaire perpétuel de l'Académie, en est le rédacteur en chef. Les *Archives* constituent un excellent moyen de travail, grâce à ses articles originaux, et surtout à sa très abondante bibliographie. On sait l'importance que la bibliographie a prise de nos jours dans toute activité scientifique, à ce titre les *Archives* jouent depuis quelques années un rôle indispensable.

Le groupe français d'historiens des sciences publie lui-même une *Revue d'histoire des sciences et de leurs applications* qui paraît trimestriellement et bénéficie d'une aide du C.N.R.S. Nous relèverons parmi les auteurs qui ont donné dans les derniers numéros des articles de fond, MM. Louis de Broglie, Georges Sarton, Jean Rostand, Emile Bréhier, Pierre Sergescu, Alexandre Koyré, René Taton, Gérard Vassails, Bertrand Gille, etc. Il faut signaler le très important numéro spécial publié en 1951 sur l'*Encyclopédie et le progrès des sciences et des techniques* qui vient d'être réédité avec des articles complémentaires, en une livraison particulière. La rédaction de la revue est assurée par Mlle Suzanne Delorme et M. René Taton.

Le groupe organise régulièrement des réunions, soit avec le Centre de synthèse, soit avec l'Institut d'Histoire des sciences. Les sujets suivants ont été traités au cours de l'hiver dernier : *La mécanique dans l'Encyclopédie*, par M. P. Costabel, *Les premières étapes de la philosophie biologique*, par M. P. M. Schuhl, *Les*

sources historiques de la métrologie, par M. A. Machabey, *Maupertuis et la biologie*, par M. P. Ostoya. Enfin, le groupe assure non seulement la liaison avec les historiens français, mais également avec le mouvement international d'histoire des sciences ; un de ses représentants, M. René Taton, siège au bureau de l'Union Internationale. Il organise la représentation aux Congrès internationaux triennaux. En 1950, à Amsterdam, la délégation française était l'une des plus nombreuses ; plus de vingt communications d'auteurs français ont été présentées au cours des séances de travail. Actuellement, le groupe prépare la participation française au Congrès international qui se tiendra à Jérusalem au mois d'août 1953.

L'histoire des sciences bénéficie encore en France de quelques autres moyens de travail et de diffusion qu'il convient d'énumérer rapidement. Un séminaire d'histoire des mathématiques, dont M. Fréchet est le président, M. Sergescu le secrétaire, se réunit régulièrement à l'Institut Poincaré ; au cours de l'hiver dernier, des communications y ont été présentées par MM. Itard, Bruins, Naux, Bernard-Maître, Humbert, Lacombe, Sergescu, Costabel, Taton. Un groupe d'études d'histoire de la métrologie s'est constitué récemment sous l'impulsion de M. Armand Machabey. Au mois de juillet dernier, un important colloque international a été organisé sous les auspices du C.N.R.S. par MM. Lucien Febvre, Bachelard et Koyré sur le thème suivant : Léonard de Vinci et l'expérimentation scientifique. Les travaux de ces réunions seront publiés prochainement.

Le directeur des Archives nationales, M. Charles Braibant, accorde un intérêt particulier aux recherches des historiens des sciences ; à cet effet, M. Beaujouan a entrepris un guide des archives, spécialement destiné à faciliter ces recherches. D'autre part, M. B. Gille constitue également aux Archives un répertoire qui sera d'une grande utilité à ceux qui poursuivent des travaux sur l'histoire des techniques.

Le Palais de la Découverte, qui possède une section permanente d'histoire des sciences, organise depuis 1951 des cycles de conférences particulières, au cours desquelles ont été données des conférences sur Pascal, Christophe Colomb et, entre autres, une conférence de M. Bachelard sur l'*Actualité de l'histoire des sciences*. Plusieurs expositions temporaires du Palais de la Découverte ont été consacrées à des sujets historiques : Davy et Faraday, Pascal, l'astronomie ancienne.

Nous rappellerons que le Conservatoire national des Arts et Métiers possède l'une des premières collections du monde d'instruments et de machines qui constitue une complète illustration de

l'histoire des sciences et des techniques depuis la fin du XVII[e] siècle jusqu'à nos jours ; un nouveau catalogue, dont l'ensemble comptera plus de vingt volumes, est en cours de publication ; le dernier volume paru est celui de la section des *Machines motrices*. L'exposition *Les chefs-d'œuvre de l'Horlogerie*, accompagnée d'un cycle de conférences, a retracé l'histoire de l'horlogerie ; une autre a été consacrée à Antide Janvier, et tout récemment une autre a réuni les pièces originales les plus célèbres des collections du Conservatoire, dans une salle du Musée. Le Museum national d'histoire naturelle organise tous les étés une grande exposition qui comprend toujours une importante section historique ; les dernières ont eu pour thème : Buffon, le microscope, la photographie.

Nous terminerons cette rapide vue d'ensemble en citant quelques-uns des ouvrages publiés en France au cours des dernières années ou en cours de préparation. L'un des plus récemment paru parmi ceux concernant l'histoire générale de la science (1), le volume de M. Pierre Sergescu : *Coup d'œil sur les origines de la science exacte moderne*, constitue une excellente introduction à l'histoire des sciences. Il est, même pour le spécialiste, un guide fort utile ; l'index détaillé des noms qui en compose la seconde partie, rendra à tous de grands services.

Grâce à diverses initiatives, les œuvres des grands savants français sont les unes après les autres publiées en édition complète. La publication des œuvres de Paul Tannery, entreprise par MM. J. L. Heiberg et M. G. Zeuthen, vient de s'achever avec le 17[e] tome des *Mémoires scientifiques*, préparé par M. Pierre Louis ; ce tome contient en particulier une bibliographie de Paul et Mme Tannery et *L'histoire des sciences en Europe depuis le* XIV[e] *siècle jusqu'à* 1900. Quatre volumes de la *Correspondance* de Pasteur, réunie et annotée par M. Pasteur-Vallery-Radot, ont paru en 1951 ; il semble qu'à cette occasion, toutes les lettres de Pasteur n'aient pas été complètement réunies. Des *Œuvres* de Henri Poincaré, publiées par M. Julia, les tomes VII et IV ont paru récemment. Une commission réunie sous le auspices de l'Académie des sciences prépare la publication de la *Correspondance* de Lavoisier, réunie par M. Fric. En 1950, l'Académie des sciences a publié le tome V des *Discours et notices* qui comprennent notamment les éloges de savants prononcés à l'Académie.

(1) On nous permettra de signaler ici, bien que l'auteur de cet article ait pris une part importante à la préparation de l'ouvrage, qu'une *Histoire des sciences* doit être publiée dans le courant de l'année 1953. Cet ouvrage a été rédigé, en collaboration, par MM. Brunet, Bonifacio, Caullery, Cuvillier, L. et M. Daumas, Humbert, Lester, Lenoble, Mlle Marquer, MM. Ullmo et Vialliard.

Parmi les ouvrages spécialisés, ceux consacrés à l'histoire des mathématiques sont toujours les plus nombreux. M. Pierre Sergescu a publié dans une collection qu'il dirige lui-même sur l'*Histoire des mathématiques*, un exposé concernant *Les Recherches sur l'infini mathématique jusqu'à l'établissement de l'analyse infinitésimale*, qui couvre toute la période d'Anaximandre à Leibniz. Les excellentes thèses de M. René Taton ont constitué en 1951 une contribution particulièrement remarquée. L'*œuvre scientifique de Monge* a obtenu le prix Cavaillès créé par quelques amis du jeune savant trop tôt disparu, dont les études sur la formation de la théorie abstraite des ensembles intéressait de très près l'histoire des sciences. Le deuxième ouvrage de M. René Taton, *L'œuvre mathématique de Desargues*, a permis à son auteur de restituer un texte essentiel du mathématicien du XVII^e siècle dont l'édition originale était depuis longtemps perdue. Bien que la publication en ait été faite à Bâle, nous signalerons encore les opuscules sur Monge et sur Fermat, dus respectivement à MM. Taton et Itard. Les mêmes auteurs préparent actuellement une *Histoire des mathématiques*.

Publié également en Suisse, l'ouvrage de M. René Dugas, *Histoire de la mécanique*, ne saurait être oublié sans laisser paraître une grave lacune dans cet exposé ; il vient, en effet, occuper dans la littérature contemporaine sur l'histoire des sciences, une place qui demeurait inoccupée. Son préfacier, M. Louis de Broglie, l'a situé avec juste raison par rapport à l'ouvrage célèbre de Mach, dont il constitue l'équivalent dans les perspectives actuelles de la pensée scientifique. Nous ne saurions abandonner le domaine des mathématiques sans mentionner la prochaine publication de *La vie et l'œuvre de Clairaut*, ouvrage posthume de Pierre Brunet dont la *Revue d'histoire des sciences* a déjà publié des parties importantes.

Les sciences physiques semblent moins étudiées par les historiens français. M. Edmond Bauer a donné avec *L'électromagnétisme hier et aujourd'hui*, une étude historique du plus grand intérêt, qui vient elle aussi combler une importante lacune. Un petit ouvrage de M. Maurice de Broglie : *Les premiers congrès de physique Solvay et l'orientation de la physique depuis* 1911 apporte de précieux aperçus sur l'histoire de la science moderne. Deux autres publications, dues à l'initiative des descendants de grands savants, viennent servir inégalement la mémoire de Thénard et de Gay-Lussac ; si *Un grand Français : Thénard*, présenté par M. Bouchard, apporte des documents intéressants, *La vie émouvante et noble de Gay-Lussac*, par MM. Blanc et Delhoume, est malheureusement moins originale.

Une étude sur *Lavoisier économiste*, de M. Dujarric de la Rivière, est venue compléter récemment notre connaissance du grand chimiste du XVIII^e siècle.

Les sciences biologiques ont bénéficié de plusieurs travaux, parmi lesquels il faut rappeler d'abord *L'esquisse d'une histoire de l'atomisme en biologie*, de M. Jean Rostand, que vient de publier dans plusieurs de ses fascicules la *Revue d'histoire des sciences*. En librairie, M. Jean Rostand vient de faire paraître un ouvrage sur l'histoire de la biologie : *Les origines de la Biologie expérimentale et l'abbé Spallanzani*. M. Charles Laubry a consacré un ouvrage à Guillaume Harvey en donnant une traduction française de son *Etude du mouvement du cœur et du sang chez les animaux*, précédé d'une étude historique, et M. Paul Ostoya a publié sous le titre *Les théories de l'évolution*, une étude sur l'origine et l'histoire du transformisme.

Le bref rappel des travaux qui précède ne peut être considéré comme un relevé bibliographique de tous les ouvrages récents. Dans le cadre de cet article, il n'était possible que de placer quelques points de repère qui permettent de donner une vue générale de l'ensemble des travaux d'histoire des sciences. Il est certain que, depuis un demi-siècle, les études effectuées par les historiens ont apporté des connaissances beaucoup plus exactes sur certaines périodes au sujet desquelles subsistaient des erreurs ou des incertitudes. De nombreuses études ont porté particulièrement sur l'histoire de la physique et des mathématiques au XVII^e siècle et sans reprendre une énumération, on ne saurait manquer de rappeler à ce propos les travaux bien connus de M. Koyré et ceux du Père Lenoble qui ont largement contribué à nous faire connaître définitivement les conceptions scientifiques de cette époque. L'Académie des sciences a attribué en 1951 son prix Binaux d'histoire et philosophie des sciences à M. Koyré pour l'ensemble de ses travaux sur le XVII^e siècle. On sait, d'autre part, combien les idées générales sur l'activité intellectuelle au moyen âge ont récemment évolué ; l'histoire du progrès des sciences au cours de ces siècles n'apportera sans doute pas de révélation inattendue, mais on ne pourrait en dire autant de l'histoire des techniques. Celle-ci nous apprendra bientôt que le moyen âge a été beaucoup plus fécond qu'on ne l'a pensé jusqu'à présent.

On remarquera que nous n'avons pu parler des études relatives à l'histoire des techniques ; il faudrait y consacrer un article aussi étendu que celui-ci pour les situer dans l'activité des historiens de notre pays. Nous nous bornerons à quelques remarques à ce sujet.

L'histoire des techniques impose des méthodes de recherches différentes de celles généralement employées pour l'histoire des sciences, mais qui peuvent avoir sur ces dernières une répercussion fort utile. Un exemple illustrera rapidement cette affirmation. Il s'agit de l'examen, par des procédés physiques et chimiques, de la matière des objets anciens : tissus, bois, métaux. Les analyses qui sont effectuées dans certains laboratoires de France et à l'étranger sont précieuses pour l'histoire de l'art. Mais elles se révèlent d'un intérêt exceptionnel pour celle des techniques, ainsi que l'ont montré les travaux effectués ces dernières années à Nancy par MM. Salin et France-Lanord sur la métallurgie du haut moyen âge. Ces méthodes sont appelées à influencer l'esprit des recherches en histoire des sciences.

Dans les perspectives générales de notre civilisation actuelle, et à la suite des grands événements mondiaux survenus depuis un demi-siècle, l'histoire des techniques revêt une actualité nouvelle ; sociologues et historiens ne pourront dominer les problèmes qui se posent à eux tant qu'ils ne possèderont pas des vues fort précises sur la façon dont s'est constituée notre civilisation technique. Cette histoire des techniques, dont les fondements sont à peine posés, est étroitement liée, pour les deux derniers siècles surtout, à l'histoire des découvertes scientifiques. Lorsqu'elle s'attache aux périodes contemporaines, cette histoire est difficile à constituer et demande d'être étudiée par des spécialistes de plus en plus nombreux.

Il serait difficile pour conclure de définir une orientation quelconque de l'histoire des sciences en France actuellement. Non seulement les chercheurs qui la font progresser ont été formés à des disciplines très différentes, ainsi que nous le disions au début, mais encore ils représentent à peu près toutes les formes de pensées. Cette liberté d'interprétation et d'expression est sans doute la première qualité, en même temps que le privilège le plus précieux du concours que les historiens français de la science apportent au développement de richesses intellectuelles communes à tous les pays.

Maurice DAUMAS.

En marge des Gnétales

par A. CARPENTIER

Laboratoire de Paléobotanique
Faculté Libre des Sciences de Lille.

Historique. — On trouvera des renseignements sur ce sujet dans une note d'Arber et Parkin (1908, pp. 492-495). Le premier genre connu (*Ephedra*) fut établi par Tournefort (1703) et rangé dans la dix-huitième classe de cet auteur avec des arbrisseaux et des arbres apétales. Linné plaça ce même genre dans son groupe des Conifères et fonda le genre *Gnetum* (1767). De Jussieu (*Genera Plantarum*, 1789) mit le genre *Ephedra* près des Conifères, à côté des *Taxus* et *Casuarina* et le g. *Gnetum* dans son troisième ordre des Apétales. C'est en 1834 que Blume comprit les deux genres connus dans un même groupe, les *Gneteae*, bientôt les *Gnétacées* de Lindley (1835-1836).

Dans la description du nouveau genre *Welwitschia*, Hooker le plaça sans hésiter parmi les Gnétacées (1863). Depuis lors, les trois genres forment un ordre à part de Gymnospermes, les *Gnétales*, titre d'un beau volume de Pearson (1929) ; plus récemment (1937 et 1938), M. Pulle, d'Utrecht, divise les *Chlamydospermes* (anciennes Gnétales) en deux ordres et trois familles : les *Welwitschiales*, (*Welwitschiacées*), les *Gnétales* (*Gnétacées* et *Ephédracées*).

I. - Appareil végétatif - Distribution

G. *Ephedra*. — Ce sont de petits arbrisseaux, buissonnants, à rameaux résistants, verts, divisés en entrenœuds costulés et en nœuds portant 2 ou 3 écailles engainantes (feuilles), ayant l'aspect de prêles. L'aire de distribution est vaste dans l'Ancien et le Nouveau Monde, s'étendant des Iles Madère et Canaries, par la Mer Noire, l'Arabie, la Perse, les Indes, la Chine (certaines espèces sont adaptées à 5.000 mètres sur les flancs de l'Himalaya : *E. saxatilis* sur les rochers dans la région de Sikkim (Florin, 1933, p. 29). Ce sont des xérophytes des rivages sablonneux, lœss, graviers, rochers. En France, l'*E. distachya* (vulgairement raisin de mer) peuple les rivages sablonneux à Noirmoutier (Vendée), en Loire-Inférieure ; l'*E. nebrodensis* infiltre ses racines dans les rochers calcaires (Sainte-Baume, Provence).

G. *Gnetum*. — A port de lianes, plus rarement de petits arbres (*Gnetum Gnemon*), à feuilles opposées, simples et à nervation de dicotylédones. Les espèces sont réparties dans les forêts tropicales à pluie de l'Ancien et du Nouveau Monde : Cameroun, Angola, Indes, Insulinde, Java, Sumatra ; Guyane, Brésil, Equateur.

G. *Welwitschia*, monotype, xérophyte, méritant bien son qualificatif de *mirabilis* par son port étrange : tige en pivot pénétrant profondément le sol, surface émergente en disque de 4 à 5 m. de circonférence, muni de rebords concentriques d'où naissent les axes portant les strobiles ; disque portant deux longues feuilles opposées, épaisses, à accroissement continu par un méristème basal et se laciniant aux vents. Cette plante est localisée dans les régions désertiques côtières, entre le 15° et le 23° de latitude Sud, dans le Sud-Ouest africain. Welwitsch l'a découverte en 1861 entre le Cap Negro et Mossamedes (lat. 15° 50') dans l'Angola méridional.

II. - Quelques particularités de structure

Tiges. — Les trois genres possèdent dans le bois secondaire, en plus des trachéides à ponctuations aréolées (type conifère), de vrais vaisseaux ouverts comme les Angiospermes et de larges rayons multisériés (Thompson, 1912. Pearson, 1929, p. 25) ; le liber à tubes criblés sans cellules-compagnes est du type gymnospermique.

Dans le genre *Ephedra*, la tige s'épaissit par le jeu d'une assise libéro-ligneuse normale qui peut produire de nombreux anneaux annuels. Le genre *Gnetum* offre des anomalies que l'on retrouve dans des lianes de diverses familles (Sapindacées, Bignoniacées) : l'assise libéro-ligneuse fonctionne d'abord normalement, puis s'arrête et une deuxième assise s'installe en dehors de la première, etc... On a des couronnes de bois et liber secondaires, comme chez les Cycas. Le même *processus* se remarque chez le *Welwitschia*.

Stomates. — M. Florin, qui en a repris l'étude (1934, 1951, p. 294), aboutit à ces conclusions : le genre *Ephedra* se place à part, ses stomates se rattachant au type simple, *haplochéilique* (lèvre simple) qui est connu chez les *Cordaitales*, *Cycadofilicales*, *Ginkgoales*, *Coniferales*, *Taxales* : la cellule-mère du stomate se divise une fois pour donner les deux cellules stomatiques, les cellules annexes provenant de la division des cellules périgènes voisines. Le type *syndetochéiliquc* (lèvre composée) caractérise les genres *Welwitschia* et *Gnetum*, de même que les *Bennettitales* : la cellule-mère primaire se divise en 3 cellules, la médiane devient cellule-mère des deux cellules stomatiques, les deux cellules latérales donnent les cellules annexes par divisions.

M. Harris (1932, p. 104), soulignant ce mode différent de formation des stomates, se demande si les Gnétales forment bien un groupe naturel.

III. - Inflorescences - Strobiles - Fleurs

« Les botanistes soulignent un trait commun aux trois genres : la ramification en dichases de l'axe de l'inflorescence qui porte les strobiles contenant les fleurs » (Pearson, 1929, p. 147). Les inflorescences se ramènent aux strobiles ou cônes. D'après Thibout (1896, p. 236), les fleurs mâles sont construites sur un même plan et mettent de l'unité dans l'ordre des Gnétales.

G. *Ephedra*. — Inflorescences mâles ramifiées, à strobiles axillaires parfois réduits en nombre (2-3). A la base de chaque strobile une paire de bractées stériles, au-dessus quelques paires de bractées fertiles ; à l'aisselle de chaque paire une fleur mâle ; chaque fleur comprenant un axe muni de deux appendices (foliaires) et un *anthérophore* bifide (de nature foliaire), synangiums de 8 à 2 à déhiscence apicale.

Dans le travail que nous avons déjà cité de M. Florin, sur les espèces asiatiques de la section des *Pseudobaccatae* de Stapf, la plupart des espèces sont données comme dioïques ; la monoïcité, surtout permanente, est rare (Florin, 1933, p. 19). L'*E. campylopoda* de Dalmatie a des épis mâles et des épis femelles normaux et de plus des fleurs bisexuées. Chez l'*Ephedra intermedia*, M. Mehra (1951, p. 61) souligne l'existence d'un polymorphisme sexuel bien marqué : plantes ne portant que des cônes mâles ou femelles et plantes hermaphrodites pourvues de cônes mâles, femelles ou bisexués ; ceux-ci sont construits sur le même plan que les fleurs mâles, pseudohermaphrodites, de *Welwitschia*.

Ouvrons ici une parenthèse sur les chromosomes des Gnétales. M. Florin (1932) résume les résultats des recherches et de ses propres investigations sur le nombre de chromosomes des trois genres. Pour le genre *Ephedra*, il cite Geitler qui a remarqué le nombre 7 haploïde, la tendance à la polyploïdie dans ce genre : *E. distachya* a 14 comme nombre haploïde ; la section *Pseudobaccatae* Stapf montre 7 ou 14, il y a une série polyploïde. *Ephedra americana*, division hétérotypique (sacs polliniques) 7 gemini à la métaphase ; 14 chromosomes, métaphase somatique.

Genre *Welwitschia* : M. Florin a compté 21 comme nombre haploïde (cinèses somatiques), il croit vraisemblable le nombre 21 dans les divisions homéotypiques).

Les inflorescences ovulifères d'*Ephedra* sont du même type que les inflorescences mâles ; les strobiles souvent réduits (2, 3, parfois une seule fleur) (*E. altissima*) ; les bractées décussées enveloppent la fleur comme le ferait un périanthe, le tégument interne se termine en un long tube micropylaire.

Fig. 1. — *Gnetum Gnemon.* Feuilles opposées, nervation de dicotylédone (× 0,65). — Fig. 2. *Ephedra trifurca.* Fleur mâle et sa bractée (× 6,5, d'après Stapf, *in* Pearson, p. 76). — Fig. 3. *Ephedra altissima.* Inflorescence ♀, fleurs isolées (× 1,3, d'après Thoday et Berridge, *in* Pearson, p. 54). — Fig. 4. *Ephedra campylapoda* (× 6,5, d'après Wettstein, *in* Pearson, p. 52). Inflorescence monoïque, fleurs femelles au sommet. — Fig. 5. *Gnetum scandens.* Epi mâle (× 0,65), à droite, portion agrandie. D'après Pearsson, p. 56. — Fig. 6. *Gnetum.* Epi ♀, quelques ovules. Pearson, p. 57.

G. *Gnetum.* — Les inflorescences se laissent ramener au même schéma. L'axe de l'épi est solide, ce dernier est renflé aux nœuds, offrant des coupes successives, chaque coupe formée par la concrescence de deux bractées, les bractées des nœuds étant opposés-décussées. Chaque coupe ou cupule enveloppe un anneau ou coussinet méristématique produisant des ovules (6 ou plus) ou de nombreux anthérophores. Les épis sont dioïques, parfois monoïques (*Gnetum Gnemon*).

G. *Welwitschia*. — La plante est dioïque. La couronne du disque produit sur son pourtour des rameaux dichotomes portant des épis ; l'axe de l'épi porte les fleurs comme de petits bourgeons latéraux ; chaque fleur est enveloppée par une sorte de périanthe comprimé. La fleur mâle est très remarquable : l'axe se termine par un nucelle, le tégument interne se prolonge en un tube micropylaire évasé au sommet en pseudo-stigmate. Sous l'ovule tégumenté (ne se développant pas comme tel) un verticille de 6 anthérophores, sous lequel 2 verticilles décussés de bractées.

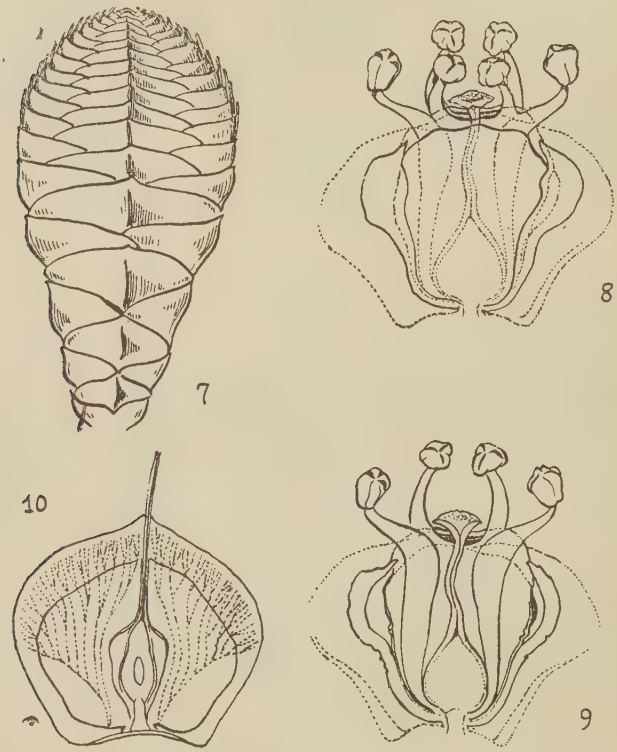

Fig. 7. *Welwitschia*, Cône ♀. Pearson, p. 58 (× 2,2). — Fig. 8 et 9. *Welwitschia*, fleur mâle. Pearson, p. 96. — Fig. 10 id. Ecaille d'un cône ovulifère ; long tube micropylaire, Pearson, p. 97.

Fleur femelle : tégument externe ailé dans un plan, tégument interne en partie fusionné avec le nucelle et se terminant par un tube micropylaire ; pas de chambre pollinique ; sommet du nucelle glandulaire attirant les insectes (g. *Odontopus*).

IV. - Rapports des trois genres entre eux

Ils ne sont pas aisés à préciser, deux genres (*Welwitschia*, *Ephedra*) sont d'ailleurs représentés par des xérophytes, ce qui ne contribue pas à faciliter la question des relations phylogéniques.

Feuilles et bractées des strobiles opposées-décussées, vaisseaux ouverts en plus de trachéides à ponctuations aréolées, absence de cellules-compagnes dans le liber. Inflorescences se ramenant à des strobiles ou cônes ; enveloppe externe de la fleur (pseudo-périanthe) ; ovules orthotropes à 2 téguments, l'interne prolongé en long tube micropylaire ; ce sont là des caractères communs aux trois genres. On insistera ici sur le développement comparé du sac embryonnaire.

G. *Ephedra*. — Le développement du sac est du type gymnospermique (à prothalle et archégones nets) ; cependant, la constatation dans certains cas d'une double fécondation : un noyau mâle s'unissant à l'oosphère, l'autre noyau à la cellule de canal du ventre (origine du tissu nourricier) marque une tendance vers le sac angiospermique.

G. *Gnetum*. — Le noyau du sac se divise : 8 noyaux, puis nombreux noyaux libres. Dans la région micropylaire, il ne se forme plus de corpuscules (archégones), qui sont représentés par des noyaux libres susceptibles d'être fécondés. Après la fécondation, cloisonnement dans la région opposée, chalazéenne, formation de compartiments à plusieurs noyaux, à gros noyaux par fusion. Origine du tissu nourricier spécial, *trophophyte* de M. Pearson.

G. *Welwitschia*. — Les mitoses du noyau du sac aboutissent à la formation de noyaux libres (archégones réduites à oosphères), de tubes à plusieurs noyaux (tubes du sac) cheminant vers les tubes polliniques. Dans la région chalazéenne, après la fécondation, formation de compartiments plurinuclés et fusions nucléaires ; le tissu nourricier (*trophophyte* de Pearson) est très différent de l'endosperme. « Le remarquable développement du *trophophyte* contraste avec le développement du gamétophyte d'*Ephedra*. Tandis que la nature gymnospermique du prothalle d'*Ephedra* est nette, on ne voit pas bien jusqu'à quel point le trophophyte des deux autres genres pourrait avoir des rapports avec l'endosperme des Angiospermes » (1) (Pearson, 1929, p. 167). Dès 1909, H. H. Pearson (p. 375), concluait de ce chef à placer *Welwitschia* et *Ephedra* dans deux groupes distincts.

(1) Nous disons « albumen ».

V. - Les Gnétales et l'origine des Angiospermes Théories strobiléennes

Pour quelques botanistes (Lignier et Tison, par exemple), qui ont placé les Gnétales parmi les Angiospermes, la question ne se pose pas. D'après eux, l'enveloppe la plus interne représente la paroi carpellaire, délimitant la cavité ovarienne ; l'ovule est stérile dans la fleur mâle de *Welwitschia*, le style et stigmate sont d'origine carpellaire comme chez les Angiospermes. Cette interprétation est critiquée par Pearson (1929, pp. 160-166) : l'axe de cette fleur, d'après lui, se termine par un nucelle, l'ovule n'est pas produit par l'enveloppe la plus interne (carpelle de Lignier) ; les téguments naissent à la base de l'ovule et c'est le tégument interne qui se prolonge en un pseudo-style.

Strasburger (1879), Thompson (1917), Wettstein (1924) considéraient les Gnétales comme très voisines de l'origine des Angiospermes. Arber et Parkin (1910, p. 510) n'admettaient pas les Gnétales comme ancêtres des Angiospermes ; ils en donnaient les raisons suivantes : les Gnétales sont contemporaines des Angiospermes, leurs fructifications demeurent au stade pro-anthostrobile (les ovules seuls assument la fonction de collecter les pollens qui tombent et mûrissent dans la chambre pollinique ; dans la fleur d'Angiosperme (*Euanthostrobile*) les grains de pollen sont collectés par les stigmates, germent des tubes qui amènent les noyaux mâles aux ovules enfermés dans la cavité carpellaire.

Arber et Parkin ont été amenés à supposer des ancêtres hypothétiques qui se sont développés durant les temps mésozoïques et qu'ils appellent les *Hémiangiospermes* possédant un périanthe et un pro-anthostrobile typique, bisexué. Des *Hémiangiospermes* naîtraient deux lignes parallèles, l'une menant aux Ranales (Angiospermes primitives), l'autre aux Gnétales, dont les trois genres actuels sont les seuls survivants. D'après Arber et Parkin, la fleur mâle du *Welwitschia*, avec son ovule terminal stérile, ses anthérophores verticillés sous l'ovule, représenterait la fleur la plus primitive du groupe, un stade réduit du pro-anthostrobile d'Hémiangiosperme. Mais comme l'écrit Pearson (p. 150) : « On peut concevoir que la fleur mâle de *Welwitschia* puisse être moins primitive qu'il paraît résulter de sa structure simple. On pourrait concevoir son origine en téléscopant un strobile bisexué (comprenant une zone inférieure de fleurs mâles réduites et une zone supérieure de fleurs femelles avortées et réduites à une seule) plutôt que de la faire dériver d'une fleur hermaphrodite primitive. On trouve d'ailleurs des traces de strobiles bisexués dans *Ephedra fragilis*, v. *campylopoda*

et certains épis de *Gnetum* ; il paraît au moins aussi vraisemblable que les trois genres proviennent indépendamment de cônes bisexués après réductions, que de les faire passer par un stade tel que la fleur hermaphrodite du *Welwitschia.* »

Dans une étude critique de la théorie de Arber et Parkin, où il montre que la fructification de Bennettitale ne peut être homologuée avec le pro-anthostrobile, Lignier (1908, pp. 1-17) cherche un groupe de plantes fossiles qui réponde aux caractéristiques des Hémiangiospermes ; il croit le trouver dans les Cycadées où il distingue des formes d'appareils ovulifères en rosette (*Cycas*) ou en cônes simples (*Zamia*). Il suppose que les appareils mâles (actuellement cônes simples) ont dû passer, chez les ancêtres, à une époque géologique très éloignée, par un stade à strobiles unisexués, filicinéens qu'il appelle *ptéridostrobiles.* De cette époque lointaine daterait, la bifurcation de deux importants phylums : le phylum cycadéen à strobiles unisexués et le phylum angiospermique à protanthostrobiles bisexués, périanthés. « Des Angiospermes actuelles, c'est probablement la fleur des Ranales qui a le mieux conservé les caractères ancestraux ; celle des Amentacées, malgré l'apparition précoce de ce groupe, ne doit être considérée que comme dérivée de très bonne heure de la précédente » (1).

Zimmermann (1930, pp. 324-329) a distingué 4 groupes de théories strobiléennes :

1° L'*Euanthientheorie* (Hallier, Arber et Parkin) dans sa forme originelle, les ancêtres des Angiospermes auraient eu des fleurs hermaphrodites (Gynécée terminal, androcée hypogyne) ; les fleurs unisexuées d'apétales proviendraient de fleurs hermaphrodites par atrophie d'un sexe.

2° et 3° : *Pseudanthientheorie* de Wettstein (1924) et de Karsten (1918). Les ancêtres des Angiospermes, d'après Karsten, avaient des fleurs unisexuées disposées en inflorescences bisexuées (région supérieure à fleurs femelles, région inférieure à fleurs mâles ; l'enveloppe particulière à chaque fleur s'atrophie, une nouvelle enveloppe se forme commune à l'inflorescence. Karsten choisit comme exemples les inflorescences du *Gnetum Gnemon* et celles des Euphorbiacées.

L'hypothèse de Wettstein comprend deux parties : 1° Construction d'une fleur (habitus d'apétale) unisexuée à partir d'une

(1) Dans une note importante (1936), M. Chadefaud conclut que les Angiospermes sont plus étroitement apparentées aux Cycadales qu'à aucun autre groupe de Gymnospermes. Les Gnétales sont un rameau tardif et très évolué du groupe « Bennettitéen » (*Id.* 1936, p. 591).

inflorescence unisexuée (*g. Ephedra*). 2° Combinaison de deux fleurs unisexuées (apétales) en une fleur bisexuée.

4° *Euanthientheorie*, modifié par Zimmermann (pp. 326, 328). L'auteur est d'accord avec la seconde partie de la théorie de Wettstein, à savoir que les fleurs hermaphrodites ont dû dériver de fleurs unisexuées. Mais les ancêtres des Angiospermes auraient eu des fleurs unisexuées (habitus d'apétales) et non des fleurs unisexuées de Gymnospermes (*Ephedra*) (*ibid.*, p. 329).

VI. - Les Gnétales et la Paléontologie

En 1891, de Saporta soulignait la difficulté d'interpréter les restes fossiles attribués aux *Ephedrites* et émettait justement des doutes sur le genre carbonifère *Gnetopsis* rapporté aux Gnétinées par Bernard Renault. En 1908, Arber et Parkin pouvaient écrire qu'on n'a pas de preuves de gnétacées fossiles et Pearson (1929, p. 1), admettait que rien n'est connu avec certitude de leur histoire passée ; sans doute Reid et Mrs Reid ont signalé un *Gnetum* dans la pliocène du Limbourg hollandais, mais, d'après Seward (1916, p. 148), la détermination n'est pas à l'abri de toute critique.

Cependant, il semble que les rameaux raides, costulés, d'*Ephedra* auraient pu laisser des traces dans les sédiments ; ces empreintes, il est vrai, seraient faciles à confondre avec celles de certaines prêles ou des *Casuarina* ; sans parler du *Welwitschia*, très spécial et localisé, on pourrait s'attendre à trouver de bonnes empreintes de feuilles de *Gnetum*, à limbe consistant, à nervation nette ressemblant à celle des dicotylédones.

Bref, il y a là un problème difficile à résoudre : on admet généralement que le groupe des Gnétales est ancien (encore faudrait-il préciser ce qu'on entend exactement par là) ; à supposer que cette ancienneté remonte au Trias-Rhétien, on ne possède aucun document qui permette d'admettre leur présence dans ces terrains ; il en est d'ailleurs de même pour les Angiospermes. « On ne connaît pas, écrit Berry (1920, p. 392), de traces d'Angiospermes au Trias ; sans doute on a donné à quelques plantes de cet âge des noms qui peuvent induire en erreur et qui rappellent leur attribution présumée aux Monocotylédones par les anciens paléobotanistes, de formes telles que *Yuccites*, *Naiadites*, *Convallarites* ; ces monocotylédones supposées sont des *Cordaitales* (*Yuccites*), des Lepidophytes (*Naiadites*), des Arthrophytes (*Convallarites*) » ou attendent encore une interprétation. Dans le Rhétien du Groenland, M. Harris a bien signalé une empreinte à nervation de dicotylédone

(g. *Furcula*), mais il hésite à en faire une angiosperme (Harris, 1932 *a*, p. 7).

Phyllites sp. Seward. » Ce savant ne laisse pas d'hésiter à se prononcer sur un échantillon de la Grande Oolithe de Stonefield (Mésojurassique anglais) faisant observer que, si l'on venait à rencontrer des feuilles de *Gnetum* à l'état fossile, on les prendrait pour des feuilles de *Dicotylédones*. » (Zeiller, 1907, p. 221.)

Le paléobotaniste E. Berry (1920, p. 396), qui a revu les empreintes du plus ancien Potomac, écrit à ce sujet : « Certains genres (*Rogersia*, *Ficophyllum*, *Proteaephyllum*) ont été attribués aux Angiospermes, mais ils représentent plus vraisemblablement des formes comparables aux modernes *Gnetum*. Ce sont des empreintes mal conservées et elles pourraient même représenter des fragments de frondes de fougères Diptéridacées... » Retenons le mauvais état des empreintes et la difficulté d'en donner une interprétation certaine.

Si nous supposons que les empreintes de Gnétacées (surtout *Gnetum*) ont passé inaperçues, parce que confondues avec des dicotylédones, on peut rappeler ici l'hypothèse émise par quelques paléobotanistes sur le berceau possible des Angiospermes. Wieland (1914, p. 458), constatant l'absence générale de types ancestraux d'Angiospermes, développe l'idée qu'ils ont dû naître dans les conditions spéciales des aires polaires. « Idée reprise d'ailleurs de bon nombre de botanistes du temps de Forbes et de Darwin. Idée spéculative pour Saporta, tandis que Nathorst et Gray montrèrent un mouvement tertiaire extensif de plantes à partir de l'Arctique. »

Berry dans *Palaeobotany* (1920, p. 399) écrit de même : « Les Angiospermes ont certainement tiré origine dans l'une des grandes masses de terres (Mésozoïque ancien) de l'Hémisphère Nord, en Asie ou dans les régions arctiques. Certainement pendant le Crétacé supérieur il y eut un courant continu vers le Sud, en Europe, Amérique du Nord, Asie... » Le même paléobotaniste (1930, p. 11), ajoute : « Après l'origine et la dispersion des Angiospermes durant le Crétacé, il y eut une évolution extensive de formes dans les basses latitudes et, grâce à un climat favorable (Oligocène), les courants se propagèrent vers le Nord. » Berry se demande même si la place réelle de leur origine ne serait pas dans les hautes terres équatoriales, dont les flores mésozoïques sont encore incomplètement connues.

En 1933 (p. 21), le paléobotaniste A. Kryshtofovich remarque dans l'Aptien de la région de Vladivostock (Sibérie) la présence de quelques angiospermes : *Aralia nucifera*, *Pandanophyl-*

lum Ahnerti, Proteaephyllum, et ajoute : « Nous sommes incapables de reconnaître les ancêtres de ces plantes parmi les éléments floristiques signalés dans la région de l'Ussuri, admettant difficilement leur provenance des *Bennettitales* ou des *Caytoniales*... De même que pendant le Permien, les nouveaux éléments se sont développés dans ou près des aires glacées et ont pénétré le continent d'Angara et se sont unis aux survivants de la flore paléozoïque, ainsi, quand le continent arctique s'est refroidi, au début du Crétacé, ce facteur fut assez actif pour faire apparaître de nouveaux types de plantes qui ont ensuite émigré vers l'Amérique, l'Asie, l'Europe. »

VII. - Gnétales et Bennettitales

Quels sont les rapports des Gnétales et du groupe de Gymnospermes qui a prospéré pendant une grande partie du Mésozoïque, du Rhétien inclus au Gault, l'acception du terme Bennettitales, comprenant dans le sens de Nathorst (1902, p. 9) les Williamsoniées et les Bennettitées.

Inflorescences. — Quand il s'agit d'une fructification bennettitaléenne, on la désigne d'ordinaire sous le nom de fleur. D'après l'explication de Scott (1924, p. 74), on emploie le terme fleur s'appliquant naturellement à un organe qui, sous la plupart des rapports, rappelle davantage la fleur d'Angiosperme que le cône de Cycadées ou de Conifères. « Mais nous devons en même temps nous souvenir que nous avons affaire à un type tout à fait éteint de fructification, non directement comparable à aucune des fructifications de la flore récente, bien qu'on puisse noter des analogies significatives. »

Chez les *Bennettitées* ou *Cycadéoïdées* (première section des Bennettitales), les tiges sont bulbiformes ou colonnaires ; les « fleurs » sont sessiles ou presque, cachées entre les bases persistantes des pétioles, bien différentes de celles des Gnétales. Dans la section des *Williamsoniées*, les tiges sont allongées, grêles et ramifiées ; quelques genres (g. *Wielandiella* Nath., g. *Williamsoniella* Thom.) montrent des tiges ramifiées en dichotomies (du moins apparemment) et les fleurs isolées dans les bifurcations (1). On connaît des axes d'inflorescences dichotomes chez les Gnétales (g. *Welwitschia*) ; Nathorst (1888, 1902) comparaît déjà les axes bifurqués de son *Wielandiella angustifolia* aux axes portant les strobiles de *Welwitschia* (voir Thoday et Berridge, p. 954, 1912). Les tiges florifères des Microflorées de Wieland (*Wielandiella, William-*

(1) Voir *Rev. gén. d. Sc.* 15 oct. 1923, p. 540.

soniella) ressemblent à celles de certaines Magnoliacées, ce qui présente un certain intérêt dans l'hypothèse de l'origine bennettitaléenne des Angiospermes.

« *Microsporophylles* ». — Dans la fleur des Bennettitales, les microsporophylles sont verticillés. Lignier, qui a particulièrement souligné le fait (1908, pp. 5, 10-15), écarte les Bennettitales de l'ascendance angiospermique et recherche parmi les Cycadées les ancêtres des Angiospermes. Les disques mâles des Bennettitales (Scott, 1924, pp. 91-97) laissent entrevoir une série de réductions à partir du disque à microporophylles ramifiés (type filicinéen) portant de nombreux synangiums jusqu'au disque du *Williamsonia whitbiensis* Nathorst (1911) dont les segments portent dans leur partie libre deux rangées de synangiums et sur leurs surfaces basilaires des traces de synangiums avortés. En poursuivant ces réductions, on arriverait au cas des *Ephedra*, à des disques à deux segments portant chacun deux paires de synangiums, au cas du *Welwitschia*, à disque formé de 6 segments comprenant chacun un synangium triloculaire (Thoday et Berridge, 1912, p. 983).

Le savant paléobotaniste et judicieux critique Scott (1924, p. 92) observe que la simplicité relative de l'appareil staminal semble plutôt caractériser les Williamsoniées : « On était tenté de supposer que l'étamine composée des Bennettitées, avec ses très nombreux sacs polliniques, constituait un type primitif de microsporophylle, comparable à une fronde fertile de fougère ; c'est une opinion difficile à soutenir, car, parmi les Williamsoniées, les plus anciennes Bennettitales, les étamines plus simples sont fréquentes : elles peuvent sans doute résulter de réductions, mais on peut tout aussi bien concevoir les étamines les plus complexes comme provenant des plus simples. » On doit toutefois noter qu'on possède encore peu de renseignements sur les Williamsoniées les plus anciennes (Trias) (Harris, 1932, *b*, p. 117).

Il faut aussi rappeler les remarques de M. Thomas (1915, p. 143) : « Bien que chez *Williamsoniella* on observe une réduction quant au nombre des synangiums, les grains de pollen sont toujours produits dans des synangiums nettement septés ; un sporophylle à 2 synangiums serait encore très distinct d'une étamine typique d'Angiosperme ; on pourrait, au contraire, le comparer au microsporophylle de *Welwitschia*. » Et comme le note justement Church (cité par Pearson, 1929, p. 185), ces sortes de comparaisons n'impliquent pas nécessairement des rapports phylogénétiques, mais peuvent tout simplement indiquer des faits de convergence répondant à des conditions identiques de milieu.

Pédicelles ovulifères des Bennettitales. — Lignier (1912, p. XVI) les considérait comme des feuilles nées sur l'axe floral. Seward, dans son mémoire sur le *Williamsonia scotica* (voir 1917, p. 382), admet l'homologie des écailles interséminales et des « mégasporophylles », ce seraient donc des organes foliaires et les Bennettitales se placeraient dans le groupe des *Phyllospermes* de Sahni (1920, p. 299).

Les ovules et graines des Gnétales et des Bennettitales ont fait l'objet de nombreuses études comparées. D'après Seward (1912, p. 120), les rapprochements de Miss Berridge et Mrs Thoday ont révélé d'étroites similitudes. Seward note spécialement la ressemblance du long tube micropylaire du *Welwitschia* et de l'ovule des Bennettites, les processus similaires d'obturation du tube chez le *Gnetum Gnemon* et le *Benn. Morierci* Lignier. Mais Pearson a soin de noter (1929, p. 184) que ces études comparées n'apportent pas la preuve évidente de rapports phylogéniques.

VIII. - Les Homoxylées

Ce sujet a été maintes fois traité ; depuis Goeppert (1842) jusqu'à Frost (1930), Sahni ne cite pas moins de 16 botanistes qui l'ont étudié. On trouvera une bibliographie abondante dans le mémoire de Sahni sur *Homoxylon rajmahalense* (1932), dans celui de M. Gupta (1934) et celui de M. Lemesle (1933). Ce dernier a souligné tout l'intérêt qui s'attache à l'étude des bois d'Homoxylées (Magnoliacées, *lato sensu*) pour les partisans de l'origine angiospermique à partir d'un groupe apparenté aux Bennettitales, les caractères ancestraux des angiospermes se trouvant réalisés chez les Magnoliacées.

Hallier (1903) a suggéré un groupe de transition entre Gymnospermes et Angiospermes, à la manière des Hémiangiospermes de Arber et Parkin (1907) ; ce groupe il le nomme *Drimytomagnoliées*, intermédiaire entre les Magnoliacées et les Bennettitales.

Wieland (1906, p. 74) a tout particulièrement insisté sur les bois de Bennettitales et les ressemblances qu'il a pu remarquer entre ces bois et ceux des angiospermes homoxylées. On trouvera le résumé de la question dans Sahni (1932, p. 10) et Gupta (1934, p. 91).

Le bois intéressant qui fait l'objet du mémoire de Sahni (1932) est uniquement d'origine secondaire ; il avait été recueilli depuis longtemps, mais dans une localité inconnue des Rajmahal Hills, Behar ; aussi Sahni hésite à le considérer comme d'âge jurassique. Les ressemblances de ce bois sont très grandes avec ceux des Magnoliacées actuelles homoxylées ; on peut le comparer avec le

bois de *Trochodendron*. Mais comme le conclut Gupta (p. 94) : « Sans connaître la structure florale, une discussion détaillée de bois tels que l'*Homoxylon*, ne semble pas actuellement utile. Parkin, cependant, dans une revue récente du *Gardener's Chronicle*, attache une importance considérable à cet *Homoxylon* ; il y voit une preuve pour admettre la présence, dans le Jurassique, d'arbres dicotylédones sans vaisseaux et possédant peut-être un type de fleur primitif annonçant celle de *Magnolia*. Mais, même si l'âge du fossile était bien reconnu jurassique, les Bennettitales et les supposées dicotylédones homoxylées jurassiques de Parkin pourraient être simplement les manifestations de développements parallèles... »

IX. - Place des Gnétales dans la classification

On est généralement d'accord pour les ranger au sommet des Gymnospermes et au seuil des Angiospermes. Quelques botanistes ont toutefois accentué leurs tendances angiospermiques et les ont même comprises parmi les Angiospermes : pour Hallier ce seraient des dicotylédones réduites par le parasitisme, comme les Loranthacées, les Myxodendrées ; pour Lignier et Tison des angiospermes aberrantes, retenant des traits de Gymnospermes primitives et accusant des tendances menant aux Amentifères. H. Takeda (1913, p. 347), Eichler *in* Engler et Prantl. II, i, 1889, Pearson, 1929, p. 185, les maintenaient parmi les Gymnospermes.

B. Sahni (1920) a divisé ces dernières en deux grands groupes : les Phyllospermes (Ptéridospermées, Cycadées) à graines nées sur des organes foliaires, les Stachyospermes à graines nées sur un axe (*Cordaites, Taxus*) ou sur un organe provenant d'un axe modifié (Conifères, Ginkgo). D'après Sahni (1920, p. 302) les Cordaitales étant stachyospermes, ne peuvent tirer origine d'ancêtres phyllospermes, à moins de découvrir des formes qui fassent le pont entre les deux divisions. « Quant aux Gnétales et aux Bennettitales, de nouvelles recherches sont nécessaires pour montrer si elles appartiennent à l'une ou à l'autre des catégories. Strasburger plaçait les Gnétales dans le premier groupe... Seward (1917, p. 382) a exprimé l'opinion que le pédicelle séminifère des Bennettitales est de nature foliaire. » (Sahni, 1920, p. 299.)

D'après M. Florin (1949, pp. 101, 102, 105), les Ginkgoinées, Cordaitinées, Conifères, Taxinées qui appartiennent bien aux Stachyospermes de Sahni, montrent des lignes parallèles d'évolution qui furent séparées très tôt (Dévonien supérieur, Carbonifère).

Tandis que Wettstein séparait et plaçait dans des familles spéciales chacun des genres de Gnétales : Ephédracées, Gnétacées,

Tumboacées (Welwitschiacées) (*Handbuch der systematischen Botanik*, II, pp. 153-160), Pearson dans son important Handbook, les *Gnétales*, examinait les trois genres successivement pour en rechercher les rapports. Ces genres forment-ils une série continue ? Ils paraissent plutôt être les aboutissants de lignes évolutives entre Gymnospermes et Angiospermes. « Il n'est pas impossible, écrit Pearson (p. 142), que les structures gamétophytiques indiquent que *Gnetum* et *Welwitschia* n'appartiennent pas à la même ligne de descendance que l'*Ephedra*. »

Les critères qui ont servi à établir la classification générale ont été soumis récemment à de sévères et justes critiques. Dans le *Bulletin de l'Académie royale de Belgique* (16 déc. 1947), M. Martens analyse la valeur des caractères fondamentaux qui servent à définir les grands groupements des Phanérogames ; ce dernier terme et celui de Cryptogames reposant sur des erreurs initiales d'observation et d'interprétation ne peuvent être retenus. Le terme *Anthophytes* (plantes à fleurs) dû à Wettstein (Martens, p. 920), ne peut être utilisé, il ne s'oppose d'ailleurs pas au terme *Archégoniates*. Les Phanérogames pourraient-elles être désignées sous la dénomination de Spermatophytes ou plantes à graines ? Si la graine est définie un ovule fécondé, avec embryon, on peut hésiter à ranger parmi les Spermatophytes, les Cordaitales et les Ptéridospermées, dont les « graines » n'ont pas révélé d'embryon et pour lesquelles M. Emberger (1944) a proposé le terme *Préphanérogames* : ce seraient des Cryptogames vasculaires portant des ovules et non des Phanérogames.

La fécondation à l'aide d'un tube pollinique (siphonogamie) serait-elle le critère cherché ? M. Martens (*ibid.*, p. 930) estime impossible de retenir la siphonogamie comme le caractère propre, fondamental, des Phanérogames Partant d'un idée générale émise par son savant maître, le professeur Victor Grégoire, de Louvain, M. Martens (1948, p. 937, 1951, p. 125) reconnaît le critère qui permet de distinguer les ovules des Phanérogames classiques, dans la soudure originelle de la mégaspore avec le mégasporange, les mégaspores des Ptéridophytes étant originellement libres de la paroi sporangiale.

M. Martens (1951), qui a fait la critique des caractères distinctifs des Préphanérogames, résume de la sorte (p. 113) les faits concernant les Gnétales : « Dans le genre *Gnetum*, la graine disséminée contient un prothalle, le suspenseur et le proembryon n'y existent pas encore, l'embryon se développe donc indépendamment de la plante-mère ; au contraire, chez *Ephedra*, l'embryon se développe sur la plante-mère (viviparité). » Par le développement

d'archégones (corpuscules) *Ephedra* paraît inférieur, par la présence parfois constatée d'une double fécondation la voie est tracée vers les Angiospermes.

Les modifications apportées par M. Pulle, d'Utrecht (37 et 38) dans les grandes lignes de la classification, sont d'importance : l'auteur met de côté les termes Phanérogames, Anthophytes, la division classique en Gymnospermes et Angiospermes et adopte le terme Spermatophytes. Celles-ci comprennent trois subdivisions : Gymnospermae, Chlamydospermae, Angiospermae, d'après le *Compendium*, éd. 12-12-1950 ; cependant, M. Florin (1948, p. 38) écrit : « M. Pulle (37, 38) a distingué quatre subdivisions : Pteridospermae, Gymnospermae Chlamydospermae, Angiospermae. » Les Chlamydospermae (anciennes Gnétales) comprennent deux ordres : les Welwitschiales (*g. Welwitschia*), les Gnétales (*Gnetum* et *Ephedra*).

A. CARPENTIER

BIBLIOGRAPHIE

Arber, N. and Parkin, J. On the origin of Angiosperms. *Journ. Linn. Soc. London, Bot.*, XXXVIII, p. 29, 1907.

Arber, N. and Parkin, J. Studies on the evolution of the Angiosperms. *Annals Bot.*, XXII, July 1908.

Berry, E. W. Paleobotany : a sketch of the origin and evolution of floras. *The Smithsonian Report for* 1918, Washington 1920.

Berry, E. W. Revision of the Lower Eocene Wilcox flora. *U. S. Geol. Surv. Professional Pap.* 156. 1930.

Blume, C. L. *Gneteae. Ann. Sc. Nat. Ser. II, Bot. II.* 1834.

Carpentier, A. L'origine des Angiospermes... *Rev. Gén. Sc.*, 15 oct. 1923.

Carpentier, A. Les Dicotylédones Homoxylées... *Bull. Soc. Bot., N. de la France*, t. I, 1. 1948.

Chadefaud, M. L'origine cycadéenne des Angiospermes. *Bull. Soc. Bot. France*, t. 83, oct.-nov. 1936.

Emberger, L. Les plantes fossiles dans leurs rapports avec les végétaux vivants, Masson, 1944.

Emberger, L. Les Préphanérogames. *Ann. Soc. Nat. Bot.* S. XI, 10. 1950.

Florin, R. Die Chromosomenzahlen bei *Welwitschia*... Särtryck für *Svensk Botan. Tidskrift*, Bd. 26, H. 1-2, 1932.

Florin, R. Die Spaltöffnungsapparate von *Welwitschia mirabilis. Ibid.*, Bd. 28. H. 2. 1934.

Florin, R. Ueber einige neue oder wenig bekannte Asiatische Ephedra... *Kungl. Svensk. Vetenkapsak. Handl.* Ser. 3. Bd. 12, n° 1. 1933.

Florin, R. On the morphology and relationships of the Taxacées. *The Botan. Gazette*, vol. 110, n° 1. 1948.

Florin, R. Evolution in Cordaites and Conifers. *Acta Horti Bergiani.* B. 15, n° 11. Upsala. 1951.

Gupta, K. M. The Homoxylae and the ancestry of Angiosperms. *Current Science.* II, 4 oct. 1933.

Gupta, K. M. On the wood anatomy and theoritical significance of homoxylous angiosperms. *The Journ. the Indian Bot. Soc.* XIII, 1, 1934.

Harris, T. M. The fossil flora of Scoresby Sound... Part 2. *Medd. Om Gronland*, Bd. 85, n° 3. 1932 *a* ; part 3, *ibid.* Bd. 85, n° 5. 1932 *b*.

Hooker, J. D. On *Welwitschia. Trans-Linn. Soc. London*, XXIV. 1. 1863.

Kryshtofovich, A. Baikal Formation of the Angara Group. *Trans. U. Geol. and Prosp. Service U.S.S.R.* Fasc. 326. 1933.

Lemesle, R. De l'ancienneté des caractères anatomiques des Magnoliacées. *Rev. gén. d. Bot.*, t. 45. 1933.

Lignier, O. Le fruit des Bennettitées... *Soc. Bot. France*. Mém. 13. 1908.

Lignier, O. et Tison. Les Gnétales... *Ann. Sc. Nat. Bot.* 1912, t. XVI.

Martens, P. La graine et le tube pollinique. *Acad Roy. Belgique. Sciences*, 5e *sér.*, t. XXXIII. 1947. 12.

Martens, P. Les Préphanérogames... *La Cellule*, LIX, f. 1. 1951.

Mehra, P. N. Occurrence of hermaphrodite flowers and the developpement of female gametophyte in *Ephedra intermedia*. *Bull. Soc. Bot. France*, 1-3, t. 98, p. 61. 1951.

Nathorst, A. G. Beiträge zur Kenntnis einiger Mesozoischen Cycadophyten. *Kungl. Sv. Vet. Akad. Handl.* Bd. 36, n° 4. 1902.

Pearson, H. H. W. Further observations on *Welwitschia*. *Phil. Trans. Roy. Soc. London*, B, CC, 1909.

Pearson, H. H. W. Gnetales. *Cambridge Botan. Handbooks*. 1929.

Pulle, A. Remarks on the system of the spermatophytes. *Med. Bot. Mus. Herb. Rijks Univ. Utrecht*. 43. 1-17. 1937.

Pulle, A. Compendium van de Terminologie, Nomenclatur en Systematiek der Zaadplanten. Utrecht. 1938.

Reid, Cl. and Reid, E. N. The pliocene Floras of the Dutch-Prussian Border. *Mede d. van d. Rijksopsporing v. Delfstoffen*. 1915.

Sahni, B. On the structure and affinities of *Acmopyle Pancheri*. *Phil. Trans. Roy. Soc. London. Ser. B*, vol. 210. 1920.

Sahni, B. *Homoxylon rajmahalense*. *Mem. Geol. Surv. India. N.S.*, XX, 2. 1932.

Sapotra de. *Ephédrées fossiles. Paléontologie française*, 2e sér., IV. p. 13. 23. 1891.

Scott, D. H. *Extinct plants and problems of evolution*. Macmillan, London. 1924.

Seward, A. C. Reviews in *the Journal of Botany*, London, May 1916.

Seward, A. C. A petrified *Williamsonia*, from. Scotland. *Phil. Trans. Roy. Soc. London*, B. CCIII. 1912.

Takeda, H. Some points in the anatomy of the leaf of *Welwitschia*. *Ann. Bot.*, XXVII. 1913.

Thibout, E. Recherches sur l'appareil mâle des Gymnospermes. Thèse de Botanique, Lille, 1896.

Thoday and Berridge. *Ann. Bot.* XXVI, oct. 1912.

Thomas, H. H. On *Williamsoniella*... *Phil. Trans. Roy. Soc. London*. B. CCVII. 1915.

Thomas, H. H. The early evolution of the Angiosperms. *Ann. Bot.*, vol. XLV, oct. 1931.

Thompson, W. P. The anatomy and relationships of the Gnetales. *Ibid.*. XXVI. 1912.

Wieland, G. R. American Fossil Cycads. Vol. I and II, 1906 et 1916.

Wieland, G. R. Was the Pterophyllum foliage transformed into the leafy blades of Dicotyls ? *The American Journ. of Science*, XXXVIII, nov. 1914.

Zeiller, R. In *Progressus reibotanicae*. II. 1. 1907, p. 221.

Zimmermann, W. *Die Phylogenie der Pflanzen*. Fischer, Jena. 1930.

A propos de la catastrophe de Menton

(24 avril 1952)

Quelques aspects des phénomènes d'érosion des sols

(Mouvements de masse)

par Jean POUQUET

Chargé de Cours à la Faculté des Lettres de Poitiers

Le 24 avril 1952 et la nuit du 24 au 25, les collines de Menton ont été le siège de multiples mouvements de terrain, ravageant de pittoresques champs en terrasses, engloutissant 17 maisons, blessant plus ou moins grièvement une trentaine de personnes. Les premières estimations chiffrent les dégâts matériels à plusieurs centaines de millions de francs : c'est peu, en considération de tous ceux qui y ont trouvé la mort dans d'abominables conditions.

I. - LA CATASTROPHE DU 24 AVRIL 1952.

Les glissements ont affecté les « grès de Menton », au travers desquels les torrents du Borrigo, du Caréi et du Val de Menton se sont enfoncés. Ces accumulations détritiques, de 300 à 400 m. de puissance, occupent une position synclinale. Elles reposent sur les marnes du Priabonien, lesquelles, très facilement ameublies au contact de l'humidité atmosphérique, offrent une excellente proie aux divers processus d'érosion des sols.

M. Corroy donne des grès de Menton (Nummulitique), la composition suivante :

— quartz abondants, en grains irréguliers de 0,01 mm. de diamètre moyen ;

— micas noirs et micas blancs ;

— quelques feldspaths.

L'ensemble, cimenté par un liant silico-argileux, « se révèle dur dans le socle... et tendre en surface » (1). La biotite (mica noir) se trans-

(1) Corroy : *Etude géologique de la catastrophe du 24 avril* 1952, rapport établi à la demande des autorités départementales et municipales, 6 p. dactyl. Obligeamment communiqué par M. Molinari, Ingénieur en chef de la ville de Menton.

forme en chlorite ; les feldspaths deviennent farineux ; le ciment aboutit à l'état de calcite... M. Corroy évalue l'épaisseur du manteau éluvial, autrefois maintenu par les griffes de la végétation arbustive implantée dans la roche saine, à environ 3 m. au maximum. 0,50 m. au minimum.

La carte *fig.* 1 indique la répartition des principales coulées boueuses. En réalité, il faudrait en cartographier plusieurs centaines d'importance moindre, pour donner une idée plus exacte de l'ampleur de la catastrophe.

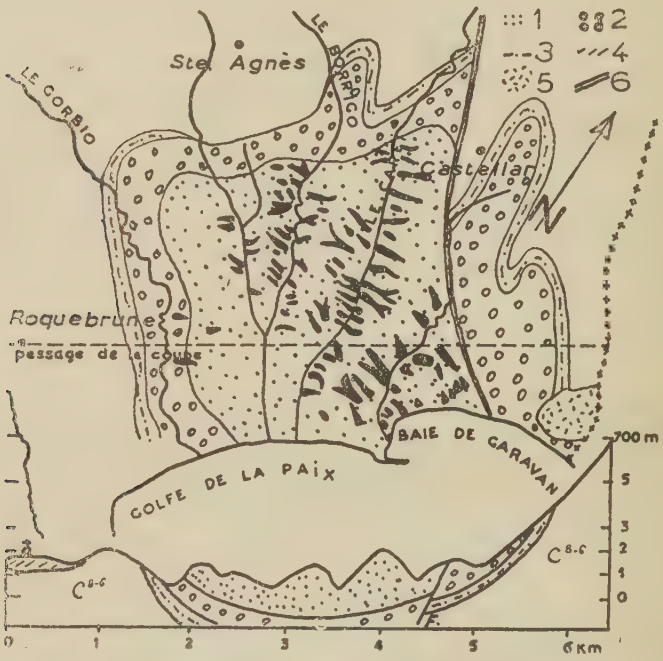

Figure 1. — *Localisation des glissements de terrain* (taches noires).

1 : « Grès de Menton » (Nummulitique).
2 : Marnes (Priabonien).
3 : Calcaires (Auversien).
4 : Poudingues de Roquebrune (Pliocène).
5 : Dépôts de pente.
Cs-6 (coupe) : Marnes et calcaires argileux.

La localisation des coulées boueuses est réalisée à l'aide du plan au 1/5.000e de la ville de Menton, que je dois à l'extrême obligeance de M. Molinari.

C'est dans la vallée du Caréi que les plus grands désastres sont à déplorer. Les terres en mouvement ont déchiré les versants sur

50 à 400 m. de longueur. Sur le Val de Menton, la cicatrice la plus importante se développe sur quelque 280 m. Les pentes dominant le boulevard de Garavan ont été affectées par des glissements de 40 à 100 m. Sur le petit torrent de Rigaudi (entre Reveira et les Ciapes), de petites coulées de 40 m. se sont manifestées à proximité immédiate des lieux d'habitat dense ; l'une d'elles s'est arrêtée contre la bordure occidentale du collège de garçons, une autre a atteint les maisons bordant le square Victoria...

La *fig.* 2 représente quelques glissements d'importance moyenne, sur le Borrigo, permettant de juger de la valeur des pentes (40—45 %), des formes des coulées et de la situation de quelques immeubles emportés au cours de la catastrophe.

FIGURE 2. — *Glissements sur le Borrigo* (détails). — Les cercles noirs localisent les immeubles détruits. Le secteur représenté se trouve sur la route de Sainte-Agnès, à 1.800 m. environ du boulevard Carnot. Equidistance : 5 m. (D'après le plan de la ville de Menton, au 1/5.000e.)

En ce même lieu, j'avais procédé en 1951 aux études préliminaires sur l'érosion des sols. Notamment, des fiches repères devaient

me permettre de mesurer les progrès de mouvements décelés par quelques murs lézardés, plusieurs maisons assez endommagées pour que l'Administration ait ordonné leur évacuation. Je prévoyais des ordres de grandeur oscillant autour de dizaines de centimètres par an : selon M. Corroy, les coulées du 24 avril dévalaient les pentes en les labourant, à la vitesse de « 15—20 m. par seconde, davantage même en certains secteurs ».

II. - ÉLARGISSEMENT SPATIAL DES OBSERVATIONS.

A) *Côte d'Azur française.* — Tout l'arrière-pays de Nice-Menton a connu dans le passé, et connaît encore, à l'occasion, des phénomènes comparables. Les méfaits du Paillon ne se comptent plus, et il n'y a pas tellement longtemps qu'un cavalier, partant à bride abattue de la Trinité-Victor, était chargé de prévenir les riverains et les Niçois de l'arrivée de la crue, lorsqu'un orage était signalé en montagne. Lors du *Déluge de la Saint-Martin* (10 *novembre* 1544), les ravages furent tels qu'il devint nécessaire de fixer à nouveau les limites des propriétés rurales de Saint-Roch, des Riquiers et de Limpia. Cependant, et je dois cette suggestion à M. Molinari, il semble que le Paillon se soit assagi, de même que les rivières côtières de la région : remarquons en passant que les réveils peuvent être terribles !

Sur la route de Guillaumes à Péone, les services techniques ont préféré détruire un tunnel (en 1949) avant la catastrophe annoncée par la multiplication des fissures et des glissements de terrain (faciès argilo-schisteux, avec une forte proportion de gypse). Maison d'école, église, mairie de Blausasc sont gravement endommagées par des crevasses consécutives au glissement lent des terrains (plaques de grès durcies, les *lauzes*, reposant sur les marnes priaboniennes). Eboulements perpétuels des versants de la montagne de Sauze ; glissements accompagnant les multiples formes de ravinement dans les marnes de Blausasc, les grès de Menton... ; la liste serait interminable et toujours à compléter.

Encore n'a-t-il été question que de roches relativement tendres. Il en est de même, en certains secteurs, avec les calcaires très résistants du Jurassique : par exemple, éboulements de milliers de mètres cubes, à Èze-village en 1950 (tunnel à la sortie du viaduc) ; pont de protection de la route dite de basse-corniche, écrasé sous les éboulements des versants en surplomb (sortie d'Èze-plage)...

B) *En Oranie.* — Il ne sera procédé qu'à un simple rappel des phénomènes d'érosion des sols dans les Monts du Tessala, étudiés ailleurs.

Sur pentes abruptes, et exception faite de la couverture végétale de nature et de densité peu comparables, on observe les mêmes faits que sur la Côte d'Azur. Ainsi, la coulée boueuse du Djerf Oum Guerine (*fig.* 3) est la réplique, exagérée cependant, des glissements des collines mentonnaises : on y relève la niche d'arrachement, l'excavation allongée empruntée par les terres fluentes... Les flancs de ce Djebel sont véritablement labourés par de pareilles cicatrices, que l'on relève un peu partout lorsque les conditions de pente et pétrographiques sont réalisées.

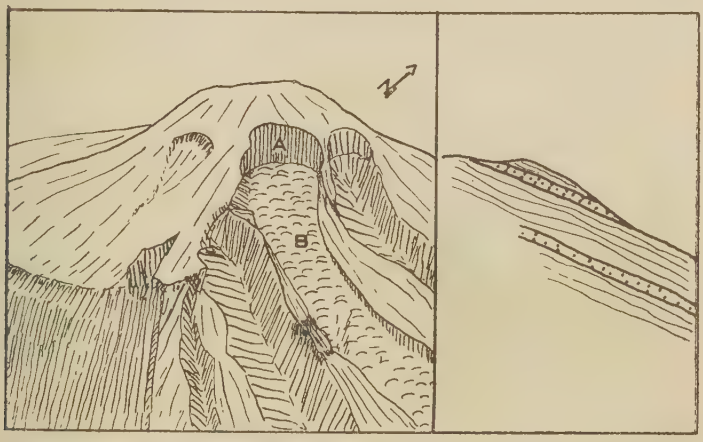

FIGURE 3. — *Coulée boueuse du Djerf Oum Guerine* (Tessala) (2).
A : niche de décollement.
B : coulée.

Avec couverture végétale, *quelle que soit la valeur de la pente*, les glissements se réalisent avec les mêmes caractères : *niche de décollement*, la forme circulaire ou rectiligne étant fonction du pendage structural par rapport à la pente topographique (voir *fig.* 3) ; au pied de cette zone d'arrachement, *blocs basculés* (témoins de l'ancien état de choses), ces blocs séjournant en ce lieu un temps inversement proportionnel à la valeur de la pente ; un peu à l'aval, zone des *loupes de glissement* (*flowage*), séparée des blocs basculés par une « zone neutre » de terres amenuisées, topographie bosselée où dominent les dépressions boueuses. Les distances séparant ces diverses zones sont fort variables, s'étirant en fonction de la pente : lorsque celle-ci devient très forte, les zones ne se constituent qu'un

(2) Figure extraite (avec l'autorisation de l'éditeur) de : Jean POUQUET, *Les Monts du Tessala* (*Chaînes sud-telliennes d'Oranie*). *Essai morphogénétique*, Paris, SEDES, 1952, in-8° raisin, 351 p., 74 fig., 45 phot., 8 dépliants. Cf. fig. 69, p. 284.

laps de temps fort court, correspondant à la durée des phénomènes de glissement à caractère catastrophique.

Sur sol dénudé, la zone de blocs basculés (*slumping*) disparaît, et la niche de décollement ne se manifeste (en Oranie) qu'avec une pente topographique relativement forte (en général, plus de 30° avec l'horizontale). La *fig.* 4 résume la classification des types de coulées.

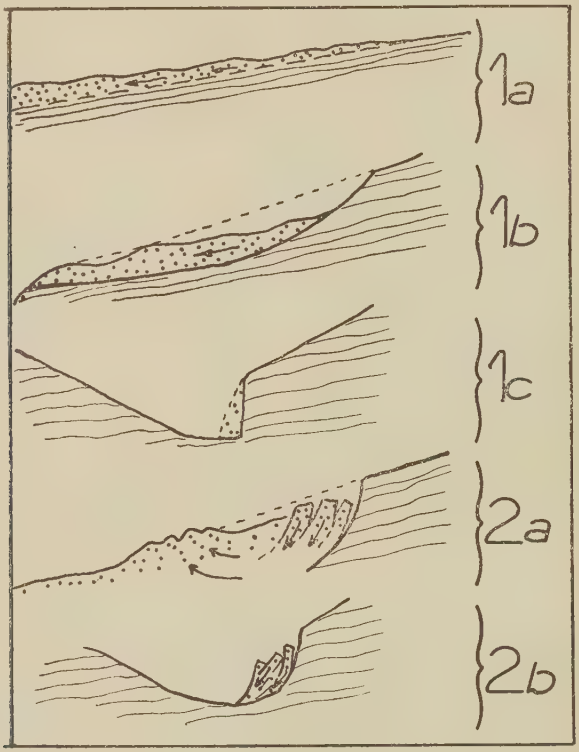

FIGURE 4. — *Types de mouvements de masse.*

I. — *Sans couverture végétale* (suivant les conditions de pente).

1 *a* : angle inférieur à 30° avec l'horizontale.

1 *b* : angle supérieur à 30°.

1 *c* : angle supérieur à 30° et proximité immédiate de la rivière collectrice.

II. — *Avec couverture végétale.*

2 *a* : constitution des différentes zones (secteur éloigné de tout collecteur d'évacuation).

2 *b* : proximité immédiate de l'oued (absence de la zone du *flowage*).

Les flèches schématisent la direction des mouvements du sol ; en pointillé, terrains mouvants (fig. 73, p. 288 de l'ouvrage cité en note n° 2 ; dans le même ouvrage, voir les phot. A et B, Pl. XIX, p. 272).

J'ai pu observer de nombreux glissements des types 2 *a* et 2 *b* de la *figure* 4, non seulement en matériel pétrographiquement peu résistant, mais aussi en formations schisteuses, et ceci sous couvert végétal de graminées, assez dense, avec peuplement lâche de chênes-liège, de conifères, la pente topographique étant inférieure à 30° (Djebel Murdjadjo). Je n'ai pas vu l'équivalent sur la Côte d'Azur. De plus, les travaux préliminaires sur le terrain dans la région Nice-Menton n'ont été conduits, jusque là, que sur pentes relativement fortes. Les repères placés sur pentes faibles, vers Guillaumes, Blausasc, Péone..., ne m'ont pas indiqué de variations notables en dix mois, durée d'observation tout à fait insuffisante pour autoriser quelque conclusion que ce soit. Je rappelle que, sur des pentes équivalentes et inférieures, en Oranie, les phénomènes d'érosion du sol sont visibles de « pluie en pluie ».

J'ai noté en Oranie des glissements, réguliers par leur répétition de saison pluvieuse en saison pluvieuse, mais irréguliers par leur ampleur. Plus exactement, les repères que j'ai eu à fixer dans les Monts du Tessala, ont *toujours décelé des mouvements notables* : je conserve la certitude d'une érosion accélérée au maximum en Oranie, fort ralentie en France. Il est vrai que ce qui est qualifié de « déboisé » sur la Côte d'Azur, figurerait sur les cartes algériennes avec le signe réservé aux forêts.

III. - LES CAUSES.

De l'avis général, étayé par les travaux de M. Corroy, les secousses séismiques n'ont aucune part de responsabilité en ce qui concerne la catastrophe du 24 avril. Il serait imprudent de les rejeter complètement : on doit, jusqu'à preuve du contraire, les faire entrer en ligne de compte, ne serait-ce que partiellement, dans la recherche des origines des éboulements, si souvent observés, dont les assises résistantes des calcaires jurassiques sont le siège.

M. Molinari me faisait remarquer la sub-verticalité des strates aux environs d'Eze, la multiplicité des diaclases qui les morcellent. La dynamite a été généreusement utilisée lors des travaux de confection ou de réfection des routes, voies ferrées, tunnels, viaducs... Ces secousses n'ont pas manqué d'affaiblir la cohésion des roches ; il a suffi, sans doute, du moindre choc (par exemple, au moment de secousses séismiques) pour précipiter dans le vide une masse de matériaux en équilibre instable, que les eaux d'infiltration (dissolution du calcaire) avaient encore rendu plus fragile. En réalité, ce ne sont là que de simples hypothèses. Il faut attendre une abondante moisson de mesures précises, d'observations réparties sur de nombreuses années, pour éliminer, ou prendre en considération ces causes séismiques.

Le glissement accéléré est une exception, une « catastrophe », en France ; c'est un fait banal en Algérie occidentale. Cette distinction, tant qualitative que quantitative, permet sans doute de juger *a priori* de deux ensembles de causes majeures :

— caractères pluviométriques (l'averse torrentielle est plus fréquente en Oranie) ;

— abus de défrichement, poussé jusqu'à l'absurde en maintes régions oranaises.

Ceci revient à différencier les *causes humaines*, toujours réformables, des *causes physiques*, difficiles à contrôler.

A) *Causes humaines.* — Elles sont bien connues. Parmi elles, la déforestation est l'une des plus graves, supprimant inconsidérément le meilleur fixateur des zones superficielles et profondes du sol, accélérant le ruissellement : il faut avouer que les hommes, tant en Oranie que sur la Côte d'Azur, ont fait de leur mieux, à cet égard ! A Menton, les multiples terrasses de culture sont étayées de murs de pierres sèches, malheureusement non entretenus ; les interstices se sont obstrués, et la murette a fonctionné comme un barrage intempestif. L'abus de l'irrigation entretient la désagrégation des particules ; les façons culturales intensives amenuisent toujours un sol que les griffes de la végétation sont impuissantes à retenir... Je ne cite que pour mémoire (ce qui est surtout valable pour certaines exploitations indigènes) le procédé curieux consistant à établir les alignements de petits pois, de fèves, de vignes, perpendiculairement aux lignes du niveau. J'ai même observé à Saint-Lucien (Oranie) un colon européen qui labourait sur pente assez prononcée, de bas en haut : je pense d'ailleurs que ce n'était qu'une exception exécrable.

Bien souvent encore, les plantes cultivées ne le sont qu'en fonction des seuls soucis de rémunération immédiate, alors qu'en pareil milieu climatique il serait utile de les choisir afin que l'enracinement protecteur fût réalisé avant l'arrivée des pluies : le problème, ardu sans doute, ne doit pas être impossible à résoudre.

B) *Causes naturelles.* — Chacun s'accorde à faire endosser la responsabilité de la catastrophe de Menton aux précipitations exceptionnellement violentes des 23 et 24 avril. Du 23 à 8 heures au 25 à 8 heures, le pluviomètre de la station locale de l'O.N.M. enregistrait 249,2 mm. (rapport de M. Dalland, cité par M. Corroy) ; celui de la Compagnie des Eaux accusait 306 mm. (lettre de M. Molinari). En conservant les mêmes caractères, les volumes pluviométriques sont légèrement plus grands sur les collines orientales : ce simple fait explique sans doute les dévastations inouïes de la vallée du Caréi, alors que les versants du Borrigo et du Corbio ont, relativement parlant, beaucoup moins souffert.

En Oranie, la démonstration est poussée jusqu'à l'extrême, puisque les chutes de pluies à caractère torrentiel provoquant

« ...une aggravation particulière des phénomènes d'érosion,... [représentent] plus du 1/5e du total des précipitations » (3).

Les averses brutales n'expliquent pas tout. En leur absence, on décèle des mouvements de masse, lents il est vrai, mais parfaitement discernables d'une année à l'autre, surtout en Oranie. En Algérie occidentale, les sols truffés de venues gypso-salines fluent comme un fluide visqueux à la moindre pluie. Les formations rocheuses imprégnées de gypse de la région de Guillaumes, par exemple, sont particulièrement sensibles aux processus érosifs.

Bien que, hors du cadre géographique de cette note, je crois utile de citer un exemple isolé du Laonnois. On est surpris de trouver les versants de la petite butte d'Urcel (dix kilomètres au SW de Laon) soumis au ravinement et aux mouvements de masse contrastant avec ceux des buttes voisines, dans les mêmes conditions de pente, de structure, de faciès rocheux (au premier abord). Le fait d'observation est si étrange, qu'un collègue naturaliste a pu prendre une photographie utilisée à titre d'exemple démonstratif des phénomènes d'érosion des sols. L'analyse a révélé une importance *locale* de sels divers. Un petit marécage, au pied de la butte, s'individualise par la richesse d'une flore habituellement rencontrée en milieu très acide. S'il n'y a que coïncidence, il faut avouer qu'elle est assez curieuse !

La composition chimique revêt une importance capitale. J'ai essayé de le montrer à propos des Monts du Tessala, et il paraît bien que le raisonnement doive s'appliquer en France. M. Corroy ayant procédé à l'analyse du « matériel éluvial transporté dans le cours moyen d'un glissement », constate qu'il « ne contient plus de calcaire, les eaux [en ayant] opéré la dissolution ».

On remarquera, en outre, que les grès de Menton contiennent de la biotite. On sait que ce minéral, sous les conditions climatiques qui sont celles de la région, se décompose avec facilité. Cette particularité a permis à M. Birot de considérer le granite à biotite comme une roche relativement peu résistante (Pyrénées orientales). Enfin, nous avons vu tout à l'heure que les feldspaths deviennent pulvérulents. Il est bien évident que la décomposition superficielle des roches est favorisée par les particularités climatiques spéciales à ce type à oscillations saisonnières : en d'autres lieux, sous les mêmes conditions pétrographiques, orographiques et humaines, le sol serait moins sensible aux processus de décomposition.

Le type climatique prend une place essentielle, installant un système d'érosion à haut coefficient d'agressivité. Si les faits ressortissant à la désagrégation physico-chimique sont bien connus, je crois utile de rappeler pourtant le rôle des *condensations occultes* que les fentes de dessication estivale conduisent jusqu'au sein des masses rocheuses.

(3) *Les Monts du Tessala*, p. 217.

C'est ainsi que, selon M. Masson, les condensations occultes, « la rosée du matin », donneraient annuellement une lame d'eau de 45 mm. à Antibes (6,908 mm. pour le seul mois de juillet 1926), 36,6 mm. à Montpellier... (4) (les deux mesures sont établies à l'aide du drosomètre Raymond — constitué de tiges desséchées de graminées — les valeurs varient suivant l'appareil utilisé, étant environ quatre fois moindre avec les plaques de Leick).

Les régions du globe connaissant les plus importantes condensations occultes semblent être, en l'état actuel de nos connaissances, les zones inter-tropicales et sub-tropicales, les maximums se situant en saison sèche, juillet-août à Antibes, mars-avril à Dakar... H. Masson fait état de valeurs obtenues en une seule nuit, plutôt impressionnantes, par exemple : Antibes, 0,475 mm. ; Montpellier, 0,43 mm. ; Dakar, 0,47 mm. ; Paris (à titre de comparaison), 0,06 mm.

Cette lame d'eau que nos pluviomètres n'enregistrent pas, pénètre au fond des fentes de dessication où elle entretient, en pleine saison sèche, une humidité favorable à la préparation des futurs plans de glissement. La répétition des phénomènes de dilatation et de retrait des particules, consécutifs à ces brusques changements hygrométriques, active la désagrégation de la roche, en raison directe de l'ampleur des condensations occultes...

⁂

Les causes naturelles, échappant au contrôle de l'homme, semblent bien être plus importantes que celles ressortissant aux activités humaines. Cela ne veut nullement dire, bien au contraire, qu'il faille se contenter d'observer ces catastrophes réduisant peu à peu les superficies agricoles, sans chercher à s'en garantir. Interdire les progrès de l'érosion des sols ne paraît pas possible, mais il nous appartient de les freiner ; et surtout, il est inconcevable que nous provoquions leur accélération : n'est-ce pas agir avec une belle inconscience, que poursuivre l'arrachage des arbres en de telles conditions climatiques ?

Il n'entre pas dans le sujet de cette note de consacrer un paragraphe aux travaux de protection et de restauration des sols, mais qu'il me soit permis, en manière de conclusion, de me faire l'écho des doléances de M. l'abbé Yves Brocart, chargé de la paroisse de Blausasc. Dans sa commune, c'est par centaines que les oliviers sont

(4) Voir H. Masson, Condensations atmosphériques non enregistrables au pluviomètre. L'eau de condensation et la végétation. *Bull. de l'Institut Français d'Afrique Noire* (IFAN), 1948, pp. 1-174.

arrachés pour faire place aux cultures florales : ravinements, glissements s'intensifient : il n'est pas exagéré de dire que l'état d'alerte est déjà dépassé. Si l'on n'y prend garde, non seulement le « paysage provençal » va disparaître, regretté de tous ceux qui le connaissent et donc l'aiment, mais encore, c'est à pas de plus en plus pressés que l'on court vers la ruine, la stérilisation d'immenses surfaces à vocation agricole. Si l'arrachage des oliviers est (malheureusement) autorisé sur le périmètre de Menton, il n'en est pas de même, à ma connaissance, sur celui de Nice : comment se fait-il, cependant, que beaucoup persévèrent à détruire leurs olivettes ? N'y a-t-il donc aucun moyen de mettre un terme à ce suicide collectif ?

Puisse cette prière de M. l'abbé Yves Brocart, prière à laquelle chacun de nous s'associera, trouver un écho compréhensif au sein des organismes responsables qui doivent en tirer les conséquences logiques et urgentes qui s'imposent.

Jean POUQUET.

LES LIVRES REÇUS (suite)

MERCIER (André). — Leçons sur les principes de l'Electrodynamique classique (Ed. du Griffon, Neufchâtel et Dunod, Paris) 620 fr.

MOLES (A.). — Physique et Technique du Bruit (Dunod, Paris) 960 fr.

NIGGLI (P.). — Les bases de la Stéréochimie (Dunod, Paris) 2.800 fr.

PRANDTL (Ludwig). — Guide à travers la Mécanique des Fluides (Dunod Paris).

PRIGOGINE (L.) et DEFAY (R.). — Tension superficielle et adsorption (Desoer, Liége et Dunod, Paris) 2.600 fr.

PRIGOGINE (L.) et DEFAY (R.). — Thermodynamique (Desoer, Liége et Dunod, Paris) 5.200 fr.

SLATER (John-C.). — Quantum theory of Matter (Mc Graw Hill Book C°, Londre) 60 schillings.

VERNOTTE (Pierre). — Séries de Fourier, Régularités, Séries divergentes et formulation expérimentale (Publ. Scient. et Tech. du Ministère de l'Air) 800 fr.

Aide-Mémoire DUNOD : Chimie (3 volumes).

Actes du Colloque international de MÉCANIQUE, Poitiers. Tome V : **Etudes sur la Mécanique générale** (suite). (Publ. Scient. et Tech. du Ministère de l'Air.) 800 fr.

Etude préliminaire des sols du périmètre irrigable de Marrakech (Service de la Recherche agronomique, Rabat).

Smithsonian logarithmic Table to base e ans base 10 (Smithsonian Institution, Washington).

Questions scientifiques : PHYSIQUE, tome I (La Nouvelle Critique) 500 fr.

Durée du jour et forme de la Terre

par Jean-Maurice CHEVALLIER et André CAILLEUX

Lorsqu'ils étudient la forme de la terre et son passé, le géographe et le géologue n'ont pas l'habitude d'imaginer que la durée du jour ait pu sensiblement varier au cours des âges, ni que la forme de la Terre ait pu en être affectée. Et pourtant, une lente augmentation actuelle de la durée du jour, autrement dit une lente diminution de la vitesse de rotation de la Terre, est maintenant bien établie par les mesures des astronomes (Stoyko). Quelle peut en être la cause, et quels enseignements peut-on en tirer ? C'est ce que nous voudrions exposer brièvement ici.

***

Nous ne connaissons à vrai dire que la valeur actuelle de l'allongement du jour sidéral, valeur extrêmement faible, à première vue dérisoire : 16 millionièmes de seconde par an. S'il se trouvait de surcroît que cette variation fût un phénomène périodique à valeur moyenne nulle dû à quelque cause oscillante, elle ne jouerait aucun rôle appréciable. Mais rien, jusqu'ici, ne laisse penser qu'il en soit ainsi. L'explication de loin la plus plausible réside dans les déformations non-élastiques du globe terrestre : marées de toutes sortes, océaniques ou internes dues à l'attraction de la Lune et du Soleil, et agissant comme frein par leur frottement ou leur viscosité. G. H. Darwin (1879) l'avait signalé dès la fin du XIX^{e} siècle ; ce qu'il y a de plus sûr dans son œuvre mérite d'être repris aujourd'hui en l'éclairant à la lumière des mesures récentes. Or, dès qu'on admet cette explication, on doit bien admettre aussi que des marées analogues ont freiné la rotation terrestre dans le passé, du moins aussi longtemps que le Soleil et la Lune ont été dans une disposition géométrique et dans un état physique suffisamment voisins des conditions présentes ; alors, par sommation à l'échelle des temps géologiques, cette action de sens constant a pu produire des effets considérables.

Bien plus : les théorèmes généraux de la mécanique nous astreignent à reconnaître que le freinage a été plus énergique dans le passé qu'à présent. En effet, en vertu de l'invariance rigoureuse du moment cinétique total d'un système matériel, nulle parcelle du

moment cinétique terrestre ne saurait être détruite sans qu'apparaisse son équivalent en quelque autre point : fait qui traduit la réaction du bourrelet de marée sur les corps perturbants. Or le calcul montre que la réaction sur le soleil est négligeable : autrement dit, abstraction faite des variations périodiques dues à des causes planétaires, l'année sidérale reste à très peu près constante. Donc c'est la Lune qui est la bénéficiaire à peu près exclusive de notre perte de moment cinétique. Mais elle ne peut, conformément à la troisième loi de KEPLER, réaliser ce gain qu'en élargissant sans cesse son orbite, en s'éloignant de la Terre, donc en perdant une partie de son influence sur elle. En conclusion, les marées d'origine lunaire ont été plus importantes autrefois qu'aujourd'hui, et leur effet de frein plus puissant.

Pour mettre le problème en équations, il suffit d'une seule hypothèse, approchée certes, mais légitime tant que les marées et les vitesses restent faibles : à tout instant le freinage est proportionnel, d'une part, à l'amplitude de la déformation, d'autre part, à la vitesse de rotation de cette déformation par rapport à la Terre (pratiquement, la vitesse de rotation de l'astre perturbant, dans des axes terrestres). On forme aisément, au moins dans une théorie simplifiée, un système différentiel d'ordre 2, liant au temps la rotation terrestre et le moyen mouvement de la Lune. Les coefficients et les constantes d'intégration sont entièrement définis par les valeurs actuelles du freinage et des moyens mouvements.

*
**

Les résultats de l'intégration de ce système différentiel ont été rassemblés dans le tableau I. Ils sont, de toute évidence, d'autant moins sûrs qu'on remonte plus loin en arrière dans le temps. A l'origine, des conditions physiques difficilement imaginables ont pu régner sur la Terre : pression énorme due à une atmosphère de vapeur d'eau ? température ayant autorisé des océans de silicates fondus ?... Des phénomènes accidentels, au moins vraisemblables, ont pu modifier le moment cinétique du couple Terre-Lune : évasion de fluides par perte de l'atmosphère lunaire, chocs météoriques, etc... Une circonstance en revanche vient restreindre la marge d'incertitude : si, comme l'admettent la majorité des astronomes, la Lune et la Terre ont été très proches l'une de l'autre dans un lointain passé, les actions mutuelles extrêmement énergiques ont hâté à cette époque l'évolution du couple, qui a « mûri » en une centaine à peine de millions d'années, peut-être en quelques dizaines, quelles qu'aient pu être d'ailleurs les conditions physiques : ainsi, la période la moins bien connue fut-elle probablement la plus courte. Aussi, pour

incertaine que soit notre extrapolation à partir des données numériques des quelques derniers siècles, on doit, à l'aide des équations, parvenir à dater, au moins grossièrement, la phase initiale de l'évolution accélérée du couple Terre-Lune, autrement dit l'époque où les deux astres auraient formé une sorte de binaire, tel qu'il en pouvait résulter de l'éclatement du piroïde de Poincaré (ou d'ailleurs, d'autres modes de scission). Or, on trouve ainsi 3.400 à 3.500 millions d'ans, valeur en concordance remarquable avec celle de 3.350 trouvée pour la Terre par des méthodes entièrement indépendantes (Holmes : dosage des isotopes du Plomb). Il est peu probable qu'une telle concordance soit due au pur hasard.

Tableau I.

	Temps en millions d'ans	Durée du jour en heures actuelles	Différence probable des rayons équatorial et polaire (en km.)	Distance de la lune en rayons terrestres	Révolution de la lune en jours actuels
1952	0	24	21	60,3	27,3
Début du Cambrien	500	21,4	25	58,6	26,2
Début de l'Algonquien	1200	18,8	34	55,8	24,3
Début possible des organismes cellulaires	1800	16,3	47	52,4	22,6
	2500	13,3	73	46,9	18,8
	3000	10,6	125	39,6	14,5
	3200	9,4	150	34,6	11,8
	3400	7,4	215	24,7	7,2
	34.. ?	4,3	460	2,8	0,22

La validité de notre échelle de temps dépend de l'importance et de la viscosité des fluides superficiels (en particulier l'énorme bain silicaté primitif devait freiner très énergiquement, ce qui tendrait à raccourcir l'évolution). Si l'on admet l'origine interne de l'eau, l'échelle est fausse, et l'on ignore même de quelle durée il faut l'allonger ; si, au contraire, les océans proviennent en grande partie de l'atmosphère, l'échelle reste valable en gros, *quelle que soit la date*

de condensation : car, sous des températures et des pressions qui excédaient de loin les conditions critiques, le fluide-eau et le fluide-vapeur étaient indiscernables. (Pour la même raison, il faut renoncer à l'image simpliste d'une pluie diluvienne emplissant brusquement les cuvettes océaniques.)

Rien dans la théorie précédente n'implique une variation sensible de l'inclinaison de l'axe terrestre (laquelle commande la vie saisonnière), du moins pendant la période paisible d'évolution du couple Terre-Lune. Seules ont dû varier la nutation et la précession des équinoxes, dont l'influence est bien moindre. Il n'est pas exclu que d'autres causes aient pu faire basculer l'axe. Quoi qu'il en soit, le facteur principal, le ralentissement de la rotation terrestre, a eu des conséquences dont deux au moins méritent de retenir l'attention du géologue et du géographe.

Conséquences biologiques.

On sait la sensibilité des êtres vivants à la lumière (qui commande entre autres la photosynthèse, et la chimie des hormones de croissance et de certaines vitamines) et aussi à la température. Or des êtres vivants ont peut-être existé au Précambrien inférieur ou du moins moyen, ainsi que l'indiqueraient l'extrapolation de diverses lois biologiques (Cailleux, 1950, 1952), le caractère déjà évolué des formes connues du Précambrien supérieur, et enfin l'existence du *Corycium enigmaticum* de Finlande, sorte de ballonnets ou de sacs, dont la nature organique a été définitivement établie par Rankama (1948) d'après la proportion des isotopes du Carbone et qui était peut-être une Algue ; son âge (Huronien) peut être évalué à 1.600 millions d'ans (?). Le calcul montre qu'à cette date la durée du jour était seulement de 17 heures. La variation diurne de la température devait être moins forte que de nos jours, et la température plus uniforme. Des conditions physiques ainsi différentes des actuelles ont peut-être entraîné quelques différences dans la physiologie des êtres vivants.

Conséquences orogéniques.

On sait que la rotation de la terre détermine une force centrifuge, proportionnelle au carré de la vitesse, et qui tend à aplatir les surfaces de niveau de la pesanteur ; suivant que le globe est plus ou moins fluide ou plastique, il adapte à brève ou longue échéance sa forme à celle des surfaces de niveau. D'où une cause possible de déformations tectoniques. Arnold Heim avait entrevu cette hypothèse dès 1933. Aujourd'hui, il est possible de la préciser.

Aux époques passées où la vitesse de rotation a été beaucoup plus forte, l'aplatissement a dû être lui aussi beaucoup plus fort. Imaginons, pour fixer les idées, que la première croûte solide soit apparue entre 3.000 et 2.500 millions d'ans. La terre tournait alors de 2 à 2,5 fois plus vite qu'aujourd'hui, la force centrifuge était de 4 à 6,25 fois plus forte, l'aplatissement environ 5 fois plus fort (soit 1/60), le rayon polaire mesurait 56 km de moins et le rayon équatorial 28 km de plus, le quart du méridien 22 km de moins, l'équateur 176 km de plus. Quand, au cours de l'évolution ultérieure du globe, les surfaces de niveau se sont rapprochées de leur forme actuelle, l'ancienne configuration est devenue de plus en plus instable et la tendance à l'équilibre a entraîné de gigantesques déplacements de matière. Encore l'estimation précédente est-elle modérée, car, si l'on se hasardait à reculer dans un passé encore plus lointain la première solidification superficielle, on trouverait des valeurs encore plus considérables pour la vitesse de rotation, la force centrifuge, l'aplatissement et les déplacements ultérieurs de matière.

Ces déplacements, portant sur un volume de l'ordre de 0,5 % du volume total du globe, n'ont probablement pas été sans influence sur les déformations de la croûte superficielle. Pour les réaliser, l'énergie n'a pas manqué : en effet, toujours dans l'hypothèse modérée où la vitesse, au temps de la première solidification de la croûte, était seulement 2 à 2,5 fois plus petite qu'aujourd'hui, la Terre aurait perdu, depuis lors, le quadruple de son énergie cinétique actuelle. Or le calcul montre que la Lune n'en a recueilli qu'une très faible part (1/25 au plus). Même si, comme il est probable, la plus grande part du reste s'est finalement dissipée par rayonnement, peut-être une partie est-elle intervenue dans les déformations de la croûte superficielle. Le calcul montre qu'entre le Cambrien et l'époque actuelle, le flux disponible aurait été en moyenne de 6,7 erg/cm^2/sec, soit de 1,6. 10^{-7} cal/cm^2/sec, c'est-à-dire environ le dixième du flux thermique actuel, fraction qui suffirait amplement à justifier les orogenèses, si l'on en juge par un calcul de Goguel (1948). *A fortiori* en a-t-il été de même aux époques plus anciennes, où les déformations et variations d'énergie ont été plus rapides.

Précisément, les plis du Précambrien contrastent avec les plis plus récents par leur énorme extension, qui paraît bien être celle même des socles continentaux. Des recherches ultérieures permettront de voir s'il y a là le seul effet de la différence des durées, ou si les déplacements de matière, liés au freinage de la rotation de la Terre, ont effectivement contribué à modeler les parties externes du globe.

J.-M. CHEVALLIER et A. CAILLEUX.

OUVRAGES CITÉS

CAILLEUX (André) 1950. — Progression géométrique du nombre des espèces et vie en expansion. *C. R. Somm. Soc. Géol. Fr.*, pp. 222-224.

CAILLEUX (André) 1952. — Evolution et accélération du psychisme au cours des temps géologiques.

DARWIN (G. H.). 1879. — *Phil. Trans.*, t. 170.

GOGUEL (Jean) 1948. — Introduction à l'étude mécanique des déformations de l'écorce terrestre. *Mém. Serv. Carte géol. Fr.*, 530 p., 177 fig., 1 pl., 2e édit.

HEIM (Alnold) 1933. — Ursachen der Erdkrustenbewegungen. *Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich*, pp. XXIX-XXXI.

HOLMES (Arthur) 1947. — L'âge de la Terre. *Endeavour*, pp. 99-108.

RANKAMA 1948. — *Bull. Geol. Soc. Amer.*, v. 59, pp. 389-416.

STOYKO (Nicolas) 1952. — La mesure du temps et les irrégularités de la rotation terrestre. *Almanach des Sciences*, pp. 126-132.

Pour paraître fin Décembre :

Le troisième volume de la Collection

" ESPRIT ET MÉTHODE "

Paul ROSSIER

Professeur à l'Université de Genève

GÉOGRAPHIE MATHÉMATIQUE

Un volume in-8° couronne, 200 pages, 49 figures.

LES LIVRES

AUBEL (E.). — Les Fermentations. — Un vol. in-8° couronne de 112 pages. Edit. Presses Universitaires de France, Paris, 1952. Prix : 152 fr.

Nul n'ignore l'éclatant développement de la biochimie depuis le début du XX^e^ siècle, que les multiples applications de ses découvertes dans le domaine pratique signalent au grand public. L'étude des fermentations en constitue un des chapitres les plus passionnants.

M. AUBEL, que son enseignement à la Faculté des Sciences de Paris désignait particulièrement pour cette tâche, fait aujourd'hui le point de nos connaissances dans ce domaine. L'ouvrage constitue le n° 524 de la Collection **« Que sais-je ? »**.

A égale distance des grands traités spéciaux réservés aux spécialistes et des précis, qui ne peuvent consacrer aux fermentations qu'un espace restreint, la vue d'ensemble que nous donne M. AUBEL s'adresse également aux étudiants en biochimie désireux de compléter leurs connaissances, comme aux chercheurs qui, avant d'aborder ce nouveau sujet, tiennent à se familiariser avec lui.

E. CATTELAIN.

G. BAUDEZ. — Le hasard et les causes rythmées. — Un vol. de IV-152 pages 14 × 22, Paris, Dunod, 1952. Broché. Prix : 1.250 fr.

Revaloriser le principe de causalité abandonné dans les théories modernes, voilà ce qui incite l'auteur à user d'équations et à requérir l'idée du rythme pour soutenir que la statistique, science de l'incertain, doit céder le pas à une statistique, science du certain, capable de démêler l'enchevêtrement des causes. Sans aucun doute, on peut échafauder sur de tels sujets de longues discussions. Des opinions très diverses sont permises, mais il reste à mesurer (et c'est là simple affaire de temps et de patience) ce que sera l'efficacité de chaque thèse et des résultats qu'elle pourra suggérer.

G. BOULIGAND.

BAUMGARDT (Ernest). — Les mécanismes de la vision. — Un vol. 125 pages Collection « Que sais-je ? », 1952, n° 528. Presses Universitaires de France.

Dans l'infinie complexité de la machine humaine, l'œil, « sorte de camera orientable suspendue dans la cavité orbitaire du crâne », représente l'un des outils les plus perfectionnés ; l'excellent ouvrage de M. BAUMGARDT nous apporte des notions claires, précises et suffisamment approfondies sur l'œil et les mécanismes de vision : rappel anatomique, formation de l'image rétienne et accommodation, mouvements oculaires, anomalies de la vision, architecture rétinienne, vision en lumière blanche et théories photochimiques, vision des couleurs, principe trichrome de YOUNG et HELMHOLTZ, théorie des tétrades de PIÉRON, vision binoculaire, perception des stimulations lumineuses. Ce livre mérite d'être lu par tous ceux qui s'intéressent à la physiologie.

R. CAVIER.

J. BISTESI et M. DENIS-PAPIN. — Les fours d'électrométallurgie. — Desforges éditeur, Paris, 1952, 67 pages, 30 figures. Prix : 600 fr.

Ce travail constitue une utile introduction à l'étude des fours électrométallurgiques ; on y trouve exposé les grandes lignes des méthodes de

calcul et de construction de ces derniers, ainsi qu'une étude de leur bilan thermique précédant la description des méthodes d'exploitation (équipement, régulation, etc...).

De nombreuses données numériques et des diagrammes complètent l'ouvrage.

M. PARODI.

BRUET (E.). — Le Diamant. — Un vol. in-8, 256 pages, 11 croquis et 9 photographies. (Bibliothèque scientifique), Paris, 1952, Payot éditeur (Prix : 800 fr.).

L'auteur de la **Vie étrange des roches** nous donne cette année un livre sur l'histoire du diamant, depuis la cheminée volcanique jusqu'à la vitrine du joaillier, M. Bruet a étudié personnellement diverses régions diamantifères et en particulier l'Afrique Equatoriale Française, et cela l'a incité à traiter complètement le sujet.

Nous voyons d'abord les formes cristallines du diamant brut et les minéraux satellites qui l'accompagnent dans ses gisements, soit dans les cheminées de kimberlite, soit dans les alluvions.

Le diamant peut être une pierre précieuse utilisée en bijouterie ou bien une pierre utilisée dans l'industrie à cause de sa dureté et de sa résistance à la chaleur. Les deux ont leur intérêt et l'auteur indique tout ce que doit savoir le prospecteur, ainsi que des notions de géologie sur l'Afrique Equatoriale. On passe ensuite en révision les plus beaux gisements du monde : Afrique su Sud, Congo belge et Angola, Afrique française, Gold Coast et Amérique. Enfin, l'ouvrage étudie le diamant synthétique et l'origine du diamant. Au total l'auteur a tout traité sous un petit volume, allant de l'étude minéralogique à la prospection, de sorte que son ouvrage s'adresse à un très large public qui sera toujours intéressé.

R. FURON.

BRYSSINE (G.), JAMINET (R.). — Etude préliminaire des sols du périmètre irrigable de Marrakech. (Avant-propos de G. GRILLOT.) — Un vol. in-8°, 149 pages, II planches de photographies, plusieurs cartes. **Publ. du Service de la Recherche Agronomique du Maroc,** Rabat, 1951.

En 1950, le Service de la Recherche Agronomique a reçu mission de procéder à l'étude de la plaine du Haouz de Marrakech, dont l'irrigation était souhaitable. M. BRYSSINE a étudié les caractères généraux de la région, posé les problèmes et orienté les travaux. M. JAMINET a étudié les sols et a cherché leur meilleure utilisation. Trois solutions sont proposées à l'administration. Les rapports publiés sont d'un grand intérêt, ils montrent que les travaux ont été exécutés sérieusement (dans l'esprit habituel du Service Agronomique) et ils témoignent, avec bien d'autres, de l'importance de l'œuvre française au Maroc.

R. FURON.

CAILLEUX (André). — La Géologie. — Un vol. in-16, 128 pages, 13 figures. Collection **« Que sais-je ? »**, Paris, 1952, Presses Universitaires de France, éditeurs. (Prix : 150 fr.)

Si M. Jourdain fut ravi d'apprendre qu'il savait écrire en prose, nombre de nos contemporains seront peut-être contents d'apprendre qu'ils font peu ou prou de géologie sans le savoir. En effet, les recherches d'eau, de pétrole, de charbon, la prospection des gîtes minéraux, le choix des sites et l'étude des fondations des grands barrages hydro-électriques, la construction des travaux d'art, des routes, des voies ferrées, la protection des sols cultivables, etc., sont des aspects et des applications des sciences géologiques. Tout le règne minéral est du domaine du géologue, qui décrit et explique la nature et l'origine des roches, l'architecture du sous-sol et des montagnes, les causes des formes topographiques que nous avons sous les yeux, leur histoire. On passe de là à l'histoire de la Vie à la

surface du globe, à l'évolution des continents et des océans, aux variations du climat au cours des centaines de millions d'années des temps géologiques.

Le nouvel ouvrage de M. Cailleux a pour but de donner une vue d'ensemble de la géologie, en la situant dans le cadre des disciplines voisines et en indiquant, à côté des données classiques, les perspectives nouvelles. On passe insensiblement de l'histoire des chaînes de montagnes à celle de l'humanité, de la géologie à la philosophie. C'est tout le sens de ce petit livre clairement conçu et écrit.

R. FURON.

L. CHATTELIN. — Calcul vectoriel. — T. I. Un in-8 (16 × 25) de VIII - 605 p. Gauthier-Villars, Paris, 1952. Prix : 5.000 francs.

Ce traité donne un exposé d'ensemble très complet de l'algèbre vectorielle et de l'algèbre des opérateurs linéaires, en admettant chez le lecteur des connaissances de base au niveau de la classe de Mathématiques des Lycées. Un second volume aura pour objet les opérations du Calcul vectoriel faisant intervenir la notion de limite et ainsi, en relation avec l'Analyse.

L'ouvrage, par sa clarté et sa rigueur, a un haut intérêt didactique, rehaussé par la résolution d'exercices extrêmement variés. Désireux d'une stricte unité, l'auteur a évité de faire appel aux coordonnées cartésiennes ou à des considérations de pure géométrie, sans rapport avec les méthodes exposées.

La clef de voûte choisie est l'étude des formes de Grassmann, ce qui donne à l'exposé beaucoup de cohésion et d'élégance. Diverses notes initient au maniement d'un espace euclidien à n dimensions, aux quaternions, aux homographies vectorielles.

Un index analytique précède la table des matières, très détaillée ; et cela facilite la consultation de l'ouvrage.

Le tome II sera très impatiemment attendu.

G. BOULIGAND.

COHEN (G.). — Le cuivre et le nickel. — Un volume in-8° couronne de 128 pages. Edit. : Presses Universitaires de France, Paris, 1952. Prix : 152 fr.

Volume n° 510 de la Collection « **Que sais-je ?** ». Pourquoi réunir en une seule étude deux métaux que rien n'apparente tant au point de vue des propriétés physiques et mécaniques que chimiques ? Les arguments fournis par l'auteur ne sont point convaincants : 1°) Leur association serait d'ordre géographique et économique : dans le principal gisement moderne du nickel, le gisement canadien, les deux métaux sont étroitement unis et l'on doit les extraire d'un seul et même minerai ; aussi les industriels de ce secteur qui les exploitent, les traitent et les vendent, ont-ils pris l'habitude de penser cuivre et nickel. 2°) Il existe un contraste particulièrement frappant entre les deux métaux, les histoires des deux métaux étant très différentes, il paraissait intéressant de les mettre en parallèle.

Bonnes monographies de deux métaux qui ont eu leurs aventuriers, leurs spéculateurs et leurs trusts et que l'auteur présente avec une grande richesse de documentation.

E. CATTELAIN.

Louis COUFFIGNAL. — Les machines à penser. — Un vol. 15 × 23 de 159 pages. Les Editions de Minuit, Paris, 1952.

Cet exposé est l'œuvre d'un des auteurs les plus qualifiés par les contributions personnelles qu'il a données à la construction des machines à calculer. Très riche, ce livre sera la source de recherches nouvelles. En particulier, le chapitre sur la Mécanisation de la Logique n'a pas caché les difficultés qui restent à vaincre, pour réaliser certains types de machines, dont le secours serait précieux. Espérons, et cela ne fait plus de doute, que des discussions de ce genre ne tarderont pas à porter fruit.

G. BOULIGAND.

COULOMB (Jean). — La Constitution physique de la Terre. — Collection « Science d'aujourd'hui », dirigée par André George. — Un vol. in-16 jésus de 288 pages, 79 fig, Paris, 1952. Albin Michel édit. Prix : 750 fr.

Bien que l'intérieur du globe terrestre reste encore à peu près inaccessible, la physique moderne, par l'analyse approfondie de divers phénomènes et notamment des renseignements que fournit la séismologie, arrive à rassembler de nombreuses données numériques permettant d'obtenir une représentation d'ensemble assez probable de la constitution interne de la terre au-delà des quelques kilomètres qu'explorent les sondages.

Très clair, très complet et très documenté, le livre de M. J. Coulomb qui se lit avec la plus grande facilité, donne une vue d'ensemble de ce que l'on peut considérer comme acquis dans nos connaissances sur les propriétés internes (densité, pression, tensions, déformations, température) et sur les principales théories permettant d'interpréter la formation et l'évolution du globe.

Dans un premier chapitre consacré à la séismologie, M. J. Coulomb nous montre comment l'analyse de la répartition et de l'intensité des séismes, l'étude des séismographes, permettent de localiser les séismes, d'en préciser les causes et à partir de la théorie de la propagation des ondes élastiques dans les solides, d'atteindre les caractéristiques mécaniques des couches terrestres profondes. Le second chapitre rassemble les données sur la structure du globe que fournit la géodésie : forme du globe, mesures et variations de l'intensité de la pesanteur, géoïde et anomalies de la pesanteur, isostasie et anomalies isostatiques, exceptions à l'isostasie : sédimentation et fonte des glaces, plissements, cassures, affleurements denses, bassins, etc...

Le troisième chapitre développe les conséquences que l'on déduit de l'hypothèse hydrostatique de Clairant relativement aux propriétés physiques internes : densité, pression, coefficients d'élasticité. Cette hypothèse conduit à examiner les phénomènes de marées terrestres et les déformations du globe résultant des forces de marées. Les phénomènes de variation des latitudes dues aux déplacements des pôles à la surface de la terre et de variation des longitudes sont analysées en détail ainsi que les théories proposées pour les interpréter.

Le quatrième chapitre rassemble les données expérimentales permettant d'analyser les propriétés thermiques et les températures internes du globe et discute les diverses hypothèses et théories proposées pour expliquer la solidification, le refroidissement du globe ainsi que pour justifier l'orogenèse.

G. PETIAU.

DAVID (Roger). — Les hormones végétales. — Un vol. de 187 pages. Collection « La Science vivante ». Edit. Presses Universitaires de France, Paris, 1952.

Ce livre est essentiellement rédigé du point de vue physiologique. On n'y trouvera pas, comme dans d'autres ouvrages de titre similaire, de longs développements sur la constitution et les propriétés physico-chimiques des diverses auxines, mais bien l'état actuel de nos connaissances sur les corrélations hormonales chez le végétal supérieur aux différentes étapes de son développement.

— Phénomènes hormonaux de la germination, tout d'abord : hormones provoquant l'allongement des cellules de la plantule, facteurs hormonaux de la multiplication cellulaire (auxines, bios, vitamines), facteurs présidant à la genèse des divers organes (rhizocaline et, peut-être, caulocaline).

— Intervention des hormones au cours de la vie végétative de la plante adulte (croissance des divers organes, néoformation des racines, inhibition des bourgeons, différenciation des tissus) et influence des facteurs externes sur cette intervention (pesanteur, lumière, température, traumatismes).

— Intervention des hormones dans le cycle de reproduction : démonstration de l'existence d'une hormone de floraison et essai d'identification de

cette substance, facteurs hormonaux intervenant dans le développement de la fleur et la formation de l'embryon.

La simple énumération des chapitres montre bien que tous les aspects de l'étude des hormones végétales sont abordées ; ajoutons que l'auteur a tenu compte des progrès les plus récents ; on trouvera notamment, à leur place, les derniers travaux des auteurs de langue française tels que BOUILLENNE, CAMUS, CHOUARD.

Ces questions, dont certaines sont actuellement en pleine évolution et, de ce fait, parfois assez confuses, sont très clairement exposées et il faut souligner ici les qualités didactiques de l'auteur qui prend toujours soin de résumer en quelques lignes l'essentiel de chaque paragraphe.

Il est hors de doute que ce livre sera lu avec beaucoup de profit par un public varié ; les hormones végétales constituent en effet un centre d'intérêt à la fois pour les problèmes physiologiques qu'elles posent et pour les améliorations qu'elles permettent d'apporter à la culture. L'auteur était particulièrement qualifié par son expérience personnelle pour faire cette mise au point, puisqu'on sait que c'est l'utilisation de certaines de ces notions qui lui a permis de résoudre le difficile problème du bouturage du pin.

G. DEYSSON.

A. DELACHET et J. MOREAU. — La géométrie descriptive et ses applications. — Un vol. in-8° couronne, n° 521 de la Collection « Que sais-je ? » Presses Universitaires, Paris, 1952. Prix : 150 fr.

Cet excellent petit livre remédie à la prolixité trop fréquente des cours de géométrie descriptive. Les auteurs ont su, dans le format réduit de la collection, mettre en valeur les principes des méthodes et les exemples les plus typiques, illustrés par des épures. Même un élève de spéciales trouve ici ce qui lui est essentiel de connaître et qui lui suffira, s'il a quelque initiative.

En terminant, l'exposé souligne l'intérêt de la géométrie de Monge dans l'art des constructions et rappelle, dans le champ de professions variées, les problèmes techniques connexes de cette géométrie.

G. BOULIGAND.

DUBOSCH (C.). — Egouts publics. Epuration. — Editions Eyrolles, 1951, 368 pages. Prix : 2.900 fr.

Le présent ouvrage est le troisième et dernier volume d'un traité relatif aux égouts publics, dont le premier volume concernait les projets et le second la construction. Ce troisième volume est exclusivement consacré à l'épuration des eaux d'égouts, problème auquel la vie moderne confère un intérêt de premier plan.

Une première partie, introductive, traite des mesures en laboratoire et des bases des méthodes générales de traitement et d'épuration biologique (quatre chapitres).

Une seconde partie (six chapitres) est une étude approfondie de ces méthodes : prétraitements et traitements partiels des eaux usées, épuration biologique naturelle par l'eau ou par le sol, épuration biologique artificielle par fosses, filtres divers ou boues activées.

Enfin une troisième partie (un chapitre) est consacré au traitement des boues, résidus naturels du traitement des eaux d'égouts.

Le livre, dont l'auteur est un fonctionnaire des Ponts et Chaussées belges, est clairement ordonné et de lecture facile ; il est complété par une copieuse bibliographie internationale.

G. GUILLAUMIN.

DUVAL (C.). — Manipulations de Chimie. — Un volume de 382 pages avec 65 figures (15,5 × 24). Edit. Masson et Cie, Paris, 1952. Prix 2.500 fr. **Deuxième édition.**

La deuxième édition de ce manuel a conservé l'esprit et le mode de présentation qui lui ont valu son succès.

L'ouvrage renferme plus de 700 exemples de manipulations pouvant être exécutées avec un matériel sommaire, à l'aide de corps relativement peu coûteux, en un temps inférieur à une semaine. Les produits de départ figurent sans exception sur les catalogues des marchands français, ainsi que les appareils permettant de les réaliser.

Les préparations ont été groupées par méthodes, et ce système didactique se justifie pour plusieurs raisons : d'abord, deux corps de la même famille peuvent avoir des préparations et des propriétés différentes ; d'autre part, un corps étant préparé, il peut être intéressant pour l'élève de recueillir les sous-produits ou d'utiliser le terme principal de la réaction pour effectuer d'autres opérations.

Des modifications ont été apportées à cette nouvelle édition : nouveaux tableaux relatifs aux densités ; volumes de solution à utiliser pour réaliser un titre approximatif, une synthèse diénique ; préparation de dérivés fluorés ; emploi et préparation du nickel de Raney.

L'ouvrage demeure ainsi un guide très utile pour les chercheurs de laboratoire, les chimistes, les élèves ingénieurs-chimistes, les étudiants en pharmacie, ainsi que pour les candidats aux certificats de licence et à l'agrégation.

E. CATTELAIN.

Albert EINSTEIN. — Conceptions scientifiques, morales et sociales. — Traduit de l'anglais par Maurice Solovine. — 1 vol. in-8°, 316 p., Paris, 1952. Ernest Flammarion Edit. Prix : 575 francs.

Ce recueil dont M. Solovine nous donne une excellente traduction rassemble une série de textes très variés, articles de journaux, exposés de vulgarisation, allocutions, conférences, écrits par A. Einstein depuis son émigration aux U. S. A., de 1933 à 1950.

Répartis en six groupes : Convictions et opinions, Science, Affaires publiques, La Science et la Vie, quelques personnalités, Mon peuple, ces textes non seulement contribuent à éclairer la grande personnalité humaine qu'est Albert Einstein, mais aussi montrent comment l'évolution moderne oblige l'homme de science à prendre une attitude précise vis-à-vis des problèmes de morale et de politique sociale. Par leur clarté, leur analyse précise des problèmes posés aux intellectuels par l'influence grandissante de la science sur la vie publique, certains de ces textes sont appelés à servir de base à la nouvelle morale scientifique qui s'élabore progressivement dans les groupements d'intellectuels et d'hommes de science.

Dans les Convictions et opinions, on relèvera notamment les pages sur la liberté, sur la morale et les sentiments, et l'important article sur la Science et la Religion, où, après avoir donné une définition remarquable de la science (« La Science est l'effort séculaire pour rassembler au moyen de la pensée systématique les phénomènes sensibles de ce monde et d'établir entre eux une union aussi parfaite que possible »). A. Einstein montre que loin de s'exclure, Science et Religion sont liées par une dépendance réciproque (« Le chemin qui conduit à la véritable religiosité passe par l'effort pour acquérir la connaissance rationnelle »). On notera également dans le texte du Discours sur l'Education, prononcé à l'occasion du tricentenaire de l'enseignement supérieur aux U. S. A., en 1936, la position d'Albert Einstein en faveur des méthodes d'éducation appelées en France « actives » ou « nouvelles » : l'élève doit être dirigé vers une activité réelle dans une atmosphère de liberté, sans contrainte, en se gardant d'exciter l'ambition individuelle basée sur des succès personnels ; l'enseignement doit avoir pour but le développement de la capacité de penser et de juger d'une manière indépendante et non pas l'acquisition de connaissances spéciales.

Dans le texte de vulgarisation scientifique de la seconde partie, on trouvera notamment à côté d'exposés sur la relativité restreinte, la relativité générale et la mécanique quantique, un article important sur la physique et la réalité : A. Einstein précise la position du physicien moderne vis-à-vis de l'expérience : « La physique constitue un système logique de pensée en

état d'évolution et dont la base ne peut pas être atteinte en distillant par quelque méthode inductive les expériences vécues, mais seulement par l'invention libre »... « L'idée théorique ne prend pas naissance en dehors et indépendamment de l'expérience ; elle ne peut pas non plus être dérivée de l'expérience par un procédé purement logique..., elle est produite par un acte créateur. »

La troisième partie, Affaires publiques, contient notamment à côté d'une série de textes dans lesquels A. Einstein a préconisé l'instauration d'un gouvernement mondial, la lettre ouverte des physiciens soviétiques réfutant les arguments d'Einstein ainsi que sa réponse.

La quatrième partie : « La Science et la Vie » rassemble des articles dans lesquels Einstein affirme la responsabilité des travailleurs intellectuels scientifiques dans l'évolution politique du monde moderne et montre la nécessité de leur organisation.

La cinquième partie : « quelques personnalités » groupe des biographies ou des textes d'hommages sur Isaac Newton, Jean Kepler, Marie Curie, Max Planck, Paul Langevin, W. Nernst, Paul Ehrenfest, Mahatma Gandhi, Karl von Ossietzky.

La dernière partie : « Mon peuple », donne une suite de textes d'Einstein relatifs au peuple juif, à sa dispersion dans le monde et en faveur du mouvement sioniste.

G. PETIAU.

Guy EMSCHWILLER, Professeur à l'Ecole Supérieure de Physique et de Chimie Industrielle de Paris. — **Chimie Physique,** Tomes 2 et 3. — Presses Universitaires de France, 1951.

Nous avons déjà analysé ici le premier tome de l'excellent traité de Chimie Physique de G. Emschwiller, Professeur à l'Ecole Supérieure de Physique et de Chimie Industrielle de la ville de Paris. On peut regretter que nous n'ayons pas attendu la parution de l'ensemble de l'œuvre avant de formuler notre jugement, mais on avait perdu l'habitude de voir paraître les trois tomes d'un ouvrage au cours d'une même année. On doit en féliciter l'auteur et l'éditeur et considérer une publication si rapide comme une belle promesse pour l'avenir du livre scientifique français.

Ayant donc l'ensemble du traité à notre disposition nous pouvons maintenant mieux juger des résultats. Il faut tout d'abord remarquer que l'ouvrage est parfaitement équilibré, chaque matière et chaque sujet y étant développés suivant son importance relative, comme il se doit pour un livre d'enseignement destiné à des étudiants. Nous sommes heureux de noter que l'auteur a su réserver (malgré le nombre relativement restreint de pages) une place importante aux théories et acquisitions récentes de la Chimie Physique. De ce fait, nous estimons que ce livre est un des plus modernes de ceux qui existent actuellement en langue française. Pour montrer à quel point il est à jour, il nous suffit de noter quelques exemples. C'est ainsi que la théorie de l'adsorption multimoléculaire de Brunauer, Emmett et Teller occupe un paragraphe de 5 pages, suivi d'un autre paragraphe réservé aux applications de cette théorie. Or, il faut souligner que la théorie en question (bien que datant de 1938) était il y a quelques années seulement une nouveauté, même pour les laboratoires de recherches (tout au moins en Europe). Néanmoins, l'attention que l'auteur porte à cette acquisition récente est amplement justifiée par l'extension extraordinaire qu'elle prend actuellement dans le domaine de la cinétique hétérogène.

Mais on voit peut être encore mieux le souci constant de l'auteur de tenir compte des acquisitions et théories récentes en analysant le chapitre relatif à l'atome. Comprenant de nombreux paragraphes, le chapitre commence par un bref historique suivi d'un développement de l'atome de Bohr-Sommerfeld. Puis l'auteur expose : le principe de Pauli ; l'atome en mécanique ondulatoire ; l'atome d'hydrogène et les ions hydrogénoïdes ; les significations physique et géométrique des nombres quantiques ; le spin en mécanique ondulatoire ; le principe de Pauli en mécanique ondulatoire ;

la répartition des électrons entre les niveaux énergétiques ; états quantiques normaux des atomes, etc., etc. On constate avec plaisir que l'auteur a réussi à rassembler tant de matière en un nombre relativement faible de pages, sans nuire à la remarquable clarté de la présentation.

Cependant nous aurions souhaité des applications pratiques plus nombreuses. Pour l'étude de certains sujets, il est important que l'élève ait l'occasion de retrouver les principes sous leurs aspects les plus divers grâce à de multiples exercices. Mais nous convenons volontiers qu'un plus grand nombre d'applications pratiques et d'exercices aurait considérablement augmenté le volume de cet ouvrage.

Il serait fastidieux d'énumérer le contenu du traité. Remarquons seulement que le deuxième tome est consacré à l'étude des solutions et des phénomènes de surface. La cinétique chimique occupe la place qui lui convient dans le troisième tome du traité, et l'ouvrage se termine par l'étude de la structure des molécules et liaisons chimiques.

A la fin du traité, on trouve une liste des ouvrages plus particulièrement consultés par l'auteur, mettant ainsi à la disposition de ceux qui cherchent à approfondir le sujet une bibliographie restreinte, mais judicieusement choisie et suffisante dans la plupart des cas.

L'ouvrage est facile à consulter grâce à une table très détaillée et des titres et paragraphes rappelés en tête de chaque page.

En résumé, cette œuvre comblera une lacune dans l'enseignement de la Chimie Physique, et il nous reste à exprimer le vœu que le traité ait le succès qu'à notre avis il mérite.

B. IMELIK.

L. GODEAUX et O. ROZET. — Leçons de géométrie projective. — Un vol. 24 × 16 de 278 pages. Sciences et Lettres, Liége et Masson, Paris, 1952. Prix : 2.800 francs.

Publiée en 1932 et rédigée par M. Lucien Godeaux, auteur d'une œuvre géométrique considérable, la première édition des Leçons de géométrie projective était épuisée depuis plusieurs années. Elle a rendu à de nombreux mathématiciens de grands services. C'est pourquoi la seconde édition trouvera partout un accueil très favorable. Non seulement ce livre est un excellent guide pour une étude systématique de la géométrie projective, mais encore, il a été enrichi par un chapitre où M. Octave Rozet, titulaire du cours de géométrie projective à l'Université de Liége, a donné tout un choix d'exercices des plus typiques : ils permettront au lecteur d'assimiler aisément la matière de l'ouvrage.

Dans certains pays, le nôtre en particulier, la géométrie projective n'est qu'effleurée dans les cours de licence. L'inconvénient de la chose est jugé minime par ceux qui continuent à penser qu'en ces cours, rien ne peut se faire d'exhaustif. Une base y est donnée, qui permet ensuite de rayonner dans les traités. A cet égard, celui que nous recommandons ici donnera pleine satisfaction aux jeunes géomètres.

G. BOULIGAND.

GOGUEL (Jean). — Traité de Tectonique. — Un vol. in-8°, 384 pages, 203 fig., Paris, 1952, Masson éditeur (Prix : 2.400 fr.).

La Tectonique est cette branche de la Géologie qui étudie particulièrement les déformations de l'écorce terrestre, dans le temps et dans l'espace. C'est un domaine immense qui a donné naissance à de nombreuses discussions et hypothèses, et qui, pourtant, n'était exposé que très sommairement dans les ouvrages de Géologie générale. Grâce au professeur Jean Goguel, la Tectonique est largement exposée dans un « Traité » (le premier) où tous les géologues auront plaisir à s'instruire et à se tenir au courant de l'évolution des idées communément admises.

La plus grande partie de ce bel ouvrage est consacrée à l'exposé de faits : les mouvements actuels de l'écorce terrestre, les anciennes déformations, les types d'accidents élémentaires et leur interprétation. Muni de ce

bagage préliminaire, le lecteur aborde les différents types d'accidents alpins et suit l'évolution de la notion de nappe jusqu'à l'hypothèse de la mise en place par gravité. On passe ensuite aux déformations orogéniques considérées dans leur ensemble, à leur échelonnement dans le temps et leur répartition dans l'espace, au métamorphisme et au problème du granite.

L'orogenèse actuellement en cours se manifeste à la surface par un certain nombre de phénomènes : formation de guirlandes et de fosses océaniques, anomalies de la pesanteur, séismes et volcans.

Dans le dernier chapitre, l'auteur entraîne le lecteur à la recherche d'une explication des causes profondes de la déformation tectonique, de la formation des chaînes de montagnes. On constate la mise en jeu de forces d'origine inconnue, soit verticales, soit horizontales. De nombreuses théories ont tenté l'explication : contraction du Globe par refroidissement, tendance au tétraèdre, dérive des continents, déplacements des pôles, etc. La dernière en date est celle des courants de convection très lents brassant la zone infra-crustale. On pressent une vie intérieure du Globe qui ne se manifeste à nos yeux que par des vibrations ou des volcans, mais qui affirme la solidarité entre la surface, occupée par les êtres vivants, et une zone profonde, siège de phénomènes physico-chimiques encore mal connus.

R. FURON.

GRASSÉ (Pierre-P.). — Traité de Zoologie. — Tome I, fascicule premier. — **Phylogénie, Protozoaires : généralités, Flagellés.** — Un vol., 1071 pages, Masson et Cie édit., Paris, 1952.

Nous avons déjà eu l'occasion de dire la haute tenue scientifique de cette œuvre considérable, la somme imposante de connaissances clairement exposées, la valeur incontestable de cet ouvrage unique et indispensable à tous ceux qui s'intéressent à la zoologie. Nous nous bornerons à donner un bref aperçu les sujets traités dans le présent volume : phylogénèse du règne animal (L. Cuénot) ; embranchement des Protozoaires, généralités (P.-P. Grassé) ; sous-embranchement des Rhizoflagellés, généralités (P.-P. Grassé) ; super-classe des Flagellata, classé des Phytomonadines (J. Pavillard), classe des Xanthomonadines (G. Deflandre), classe des Chloromonadines (A. Hollande), classe des Eugléniens (A. Hollande), classe des Cryptomonadines (A. Hollande), classe des Dinoflagellés (E. Chatton), classe des Ebriédiens (G. Deflandre), classe des Silicoflagellidés (G. Deflandre), classe des Coccolithophoridés (G. Deflandre), classe des Chrysomonadines (A. Hollande), incertae sedis (G. Deflandre) ; classe des Zooflagellés, généralités (P.-P. Grassé), ordre des Choanoflagellés (A. Hollande), ordre des Bicœcidea (P.-P. Grassé et G. Deflandre), ordre des Trypanosomides (P.-P. Grassé), ordre des Bodonides (A. Hollande), ordres des Protéromonadines, des Trichomonadines, des Pyrsonymphines, des Oxymonadines, des Rétortamonadines, des Soeniides, des Lophomonadines, des Trichonymphines, des Spirotrichonymphines, la symbiose Flagellés-Termites, ordre des Distomatinés, super-ordre des Opalines, Zooflagellés de position systématique incertaine, les Ellobiopsidae (tous ces chapitres par P.-P. Grassé).

R. CAVIER.

Andrée GOUDOT. — Les quanta et la vie. — Un vol. in-8 couronne, n° 530, de la Collection « Que sais-je ? » Presses Universitaires, Paris, 1952. Prix : 150 fr.

Il est aujourd'hui admis par divers chercheurs que, tout en se distinguant de la matière inerte par ses manifestations caractéristiques, la matière vivante s'est formée à partir des atomes du milieu inerte ambiant, auquel elle emprunte son énergie sous des formes variées : lumineuses, chimiques, etc... Cette thèse, dont s'inspire le présent livre, l'amène à étudier les manifestations énergétiques de la matière vivante et à considérer les faits biologiques élémentaires à l'échelle où ils ont lieu, en prenant appui sur la théorie des quanta. Ayant rappelé dans les trois premiers chapitres les

principes de cette théorie, l'auteur établit ensuite, en génétique, le caractère discontinu et statistique de la microaction ; puis ayant montré comment la mécanique ondulatoire étend la notion de liaison chimique, passe en revue les informations qu'elle donne sur les carbures cancérigènes. L'étude de la catalyse, celle de la conduction nerveuse, et enfin un examen des récepteurs biologiques (audition, vision, odorat et goût) donnent de nouveaux arguments favorables à l'existence d'un terrain solide où l'on peut confirmer, sur les micromécanismes de la vie, l'action des discontinuités quantiques. C'est l'opinion de M. Louis de Broglie lui-même.

G. BOULIGAND.

HAVRE (H.). — Préparation mécanique et concentration des minerais par flotation et sur liqueurs denses. Exposé théorique et pratique. — Librairie polytechnique Ch. Béranger, Paris et Liége, 1952, 760 pages. Prix : 6.500 fr.

Le titre du présent livre pourrait prêter à confusion. L'ouvrage traite en réalité, pour sa quasi-totalité, de l'étude de la concentration des minerais par flottement sur liquides de faible densité et, pour quelques pages seulement, du procédé de concentration par flottement sur liquides denses.

Dans le premier procédé, la séparation du minerai et de la gangue résulte de la propriété qu'a celle-ci de se mouiller plus rapidement que la matière utile, en sorte que, paradoxalement mais heureusement, ce sont les parties les plus denses qui flottent et les autres qui tombent. Les phénomènes physiques et chimiques qui assurent la réussite du procédé sont fort complexes, ce qui justifie une très longue introduction théorique et technique (le quart de l'ouvrage) : phénomènes superficiels, principes des diverses méthodes de flottement, etc... On étudie ensuite en détail (la moitié de l'ouvrage) les opérations successives exécutées dans les laveries modernes : concassage, broyage, classification, lavage proprement dit, filtration... Une troisième partie est consacrée à ce qui est particulier aux différents types de minerais : sulfurés, oxydés, métalliques et non métalliques. Un dernier chapitre aborde les opérations du contrôle de la fabrication et l'établissement des prix de revient. Ce n'est que dans les trente dernières pages que l'on donne quelques indications sommaires concernant le flottement sur liqueurs denses, l'augmentation de densité étant obtenue par adjonction de matières inertes et insolubles très finement moulues (sable, pyrite, etc...).

J'ai employé ci-dessus le mot « flottement », ne voyant aucune utilité à introduire le barbarisme que constitue le mot anglais « flotation ».

G. GUILLAUMIN.

HANDSCHIN Jacques. — Der Toncharakter. Eine Einführung in die Tonpsychologie, Atlantis Verlag, 1948, 436 p.

M. Jacques Handschin qui dirige l'institut musicologique de l'Université de Bâle et à qui nous devons une importante série de travaux historiques, nous donne un livre consacré à la psychologie musicale, selon sa terminologie, ou si nous préférons, à la théorie générale de la musique ou à la philosophie musicale. Le problème auquel il s'attaque surtout est celui de la **qualité musicale du son.** Ici, il nous donne à la fois un panorama critique de ce que d'autres ont écrit sur la question, et le résultat de ses réflexions personnelles. Cette qualité musicale ne réside, selon M. H., ni dans son timbre, ni dans sa fréquence, ni dans son intensité, mais elle ressort de la place qu'il occupe dans une « société » de sons ; et cette place se définit par le nombre. En considérant les explications possibles des sons musicaux et de leurs combinaisons, on peut voir en M. H. un représentant de la tendance qui essaye de ramener tout à l'idée du nombre. Mais il ne peut évidemment s'agir de la conception du nombre quantitatif ou énumératif des sciences naturelles modernes ; il fallait, comme le fait M. H., redécouvrir le nombre-forme, selon la conception antique. Il est

remarquable que les mathématiciens, eux aussi, cherchent à s'approcher d'une conception du nombre qui dépasserait la conception purement quantitative. Ajoutons que l'auteur a donné à son travail un important supplément dans son article « The Timaeus scale » (1950).

M. NATSCHINSKI.

A. ILIOVICI. — Electronique des courants alternatifs. — Eyrolles éditeur, Paris, 1951, 483 pages, 243 figures. Prix : 3.900 fr.

Après un rappel des propriétés fondamentales des courants alternatifs, l'auteur étudie les divers systèmes polyphasés équilibrés et déséquilibrés, ce qui le conduit à exposer la méthode des coordonnées symétriques ainsi qu'à préciser certains points de la théorie des courants alternatifs non sinusoïdaux.

L'étude détaillée des types les plus variés de transformateurs et l'exposé de la théorie de l'ensemble des machines tournantes font l'objet du reste de l'ouvrage.

Ce livre, assez théorique, mais où l'auteur s'est efforcé de garder le contact avec la réalité physique rendra certainement des services aux diverses grandes écoles techniques.

M. PARODI.

JACOBS (M. B.). — The analytical chemistry of industrial poisons, hazards and solvents. — Chimie analytique des toxiques industriels et des solvants. — 1 volume de 788 pages. — Interscience publishers, New-York-Londres, 2e édition revue et augmentée, 1949. — Correspondant pour la France et l'Union française : Etablissements E. Ulman, 16, avenue de Villiers, Paris (17e).

La nouvelle édition du livre de M. B. Jacobs succède à celle de 1941. Elle a été rendue nécessaire par les progrès considérables effectués dans ces dernières années dans le domaine de l'hygiène industrielle. L'auteur débute par des généralités sur les toxiques intéressant cette discipline. Il consacre ensuite successivement 2 chapitres au prélèvement et à la mesure des volumes gazeux, 1 chapitre aux réactifs absorbants et aux agents d'absorption, 2 chapitres à la détermination chimique et microscopique des poussières, l'un étant spécialement réservé aux poussières siliceuses. Les chapitres suivants traitent des divers toxiques industriels ; d'abord les **toxiques minéraux :** plomb, mercure et arsenic. — Autres métaux nocifs : (chrome, cadmium, manganèse, zinc, glucinium, baryum, éléments radioactifs, etc...). — Composés toxiques du soufre, du phosphore et de l'azote, oxygène et ozone. — Dérivés toxiques du groupe des halogènes. — Oxyde de carbone, gaz carbonique, cyanures et nitriles ; puis les **toxiques organiques** dont l'étude particulière est précédée par un chapitre sur les méthodes générales de dosage des vapeurs de substances combustibles et de solvants. — Sont successivement envisagés : les hydrocarbures saturés et non saturés de la série aliphatique. — Le benzène et les hydrocarbures aromatiques. — Les dérivés halogénés des hydrocarbures. — Les alcools glycols et les éthers. — Les acides, les esters, les aldéhydes et les cétones. — Les composés phénoliques ; l'aniline et les autres dérivés organiques azotés. L'auteur indique les techniques proposées pour la caractérisation et le dosage de ces divers toxiques ; malheureusement, à notre avis, il n'en effectue aucun examen critique et laisse au lecteur le soin de choisir. Dans un appendice terminant l'ouvrage, sont rassemblés sous forme de tableaux, un certain nombre de renseignements concernant les principaux toxiques industriels (conversion des pourcentages en volumes en pourcentages pondéraux dans les atmosphères ; limites d'inflammabilité et d'explosibilité, limites de concentration tolérable pour les gaz, vapeurs, poussières, etc...). Ce livre rendra les plus grands services à tous ceux, hygiénistes, médecins du travail, toxicologues, techniciens de la sécurité, etc... qui s'intéressent aux maladies professionnelles et aux moyens à mettre en

œuvre pour leur dépistage et leur prévention. Il comporte de nombreuses références mais, comme dans la plupart des ouvrages américains, les travaux français ne sont cités qu'avec parcimonie. On ne peut que le regretter dans le cas d'un ouvrage de cette classe.

R. TRUHAUT.

JAVILLIER (M.). — Les éléments chimiques et le monde vivant. — Un vol. in-8° jésus, illustré de 266 pages. Edit. Flammarion, Paris, 1952. Prix, broché : 675 fr.

Ce livre excellent, œuvre de M. le Professeur Javillier, membre de l'Académie des Sciences, de l'Académie de Médecine et de l'Académie d'Agriculture, vient de paraître dans la classique « **Bibliothèque de Philosophie scientifique** ».

Notre monde matériel résulte de l'agencement d'un nombre restreint de principes élémentaires. Mais des 92 « **éléments chimiques** », quels sont ceux qui participent à la vie, c'est-à-dire qui entrent dans la constitution des Etres vivants et jouent un rôle dans leur activité biochimique ? Question primordiale et d'un intérêt théorique et pratique considérable.

Après une introduction qui pose le problème, l'ouvrage comporte trois parties :

1) **Première partie :** Elle traite de la composition élémentaire des organismes, en commençant par le carbone, élément essentiel autour duquel se crée toute la matière organique, et en aboutissant à ces « **oligo-éléments** » qui, quantitativement, représentent fort peu de la matière vivante, depuis le fer jusqu'à des éléments tels que cobalt, molybdène, arsenic, qui ne sont plus présents dans les organismes qu'à doses infimes. Des tableaux de chiffres donnent au lecteur des idées précises sur l'importance relative des éléments envisagés.

2) **Deuxième partie :** Ces éléments sont-ils tous nécessaires ? Quels sont les éléments véritablement biogènes ? La notion d'**éléments biogènes** est alors analysée à la lumière des expériences réalisées sur des végétaux inférieurs, des végétaux supérieurs et des animaux. La notion se dégage, dans son cadre historique, avec les recherches de Jules Raulin et de Gabriel Bertrand, précurseurs dans ce domaine. A côté des **éléments plastiques** s'affirment les **éléments catalytiques,** qui, par eux-mêmes ou les molécules dans lesquelles ils pénètrent, jouent le rôle de promoteurs de réactions. Qu'advient-il en l'absence de ces oligo-éléments ? des **maladies de carence** par insuffisance de bio-catalyseurs minéraux : zinc, cuivre, manganèse, cobalt, iode, bore, etc...

3) **Troisième partie :** Elle envisage l'importance relative des divers éléments chimiques dans le monde vivant, puis traite de ceux dont on ne peut guère relever que la toxicité, tel le sélénium. Enfin, un horizon est ouvert sur les molécules dans lesquelles pénètrent les différents éléments, sur les transporteurs d'oxygène, les diastases, les hormones, les vitamines, etc..., qui abritent quelques-uns des éléments catalytiques précédemment étudiés.

D'une lecture facile et agréable, l'ouvrage est écrit non pour des spécialistes avertis, mais pour un large public, épris de connaissances, désireux de voir s'ouvrir devant lui d'intéressantes perspectives sur les sources de la vie.

E. CATTELAIN.

A. MOSTOWSKI. — Sentences undecidable in formalized arithmetic. — Un volume relié de 128 pages (17 × 21). — North Holland publishing Company, Amsterdam (1952). Prix : 12 florins.

J'ai, ici-même, signalé récemment plusieurs ouvrages dignes d'intérêt et traitant de diverses parties de la Logique. Il s'y ajoute maintenant un excellent exposé de la théorie de Kurt Gödel, ayant pour but d'établir ce

résultat essentiel : tout système formel englobant l'arithmétique des entiers contient des propositions indécidables.

Ce livre ne manquera pas de séduire à la fois les mathématiciens éprouvés et ceux qui s'intéressent aux questions de principe. Ces derniers étudieront avec grand bénéfice l'introduction très substantielle qui précède l'ouvrage. Elle distingue dès l'abord la mathématique intuitive (celle qui se borne à esquisser les démonstrations sans en expliciter toute démarche sous forme opératoire) de la mathématique formalisée, la seule susceptible de préciser la notion générale de preuve, et avec elle, celle de proposition démontrable dans un système (S), lequel est construit en énumérant d'abord ses cadres primitifs, signes ou symboles et règles de déduction, puis en caractérisant les axiomes, les théorèmes. Après toutes explications utiles, l'auteur rappelle la voie dans laquelle on aboutit à l'antinomie connue de J. Richard et montre, par un raisonnement nettement esquissé, comment on peut la transposer en passant du langage usuel à l'outillage d'un système formel (S) contenant l'arithmétique des entiers, en évitant cette fois toute antinomie : ce qui permet de retrouver, avec K. Gödel, l'existence de propositions indécidables : cela se fera par le secours d'une arithmétisation de (S), ou, si l'on veut, par l'emploi de coordonnées numériques adaptées à la grammaire de ce système.

La démonstration ainsi ébauchée doit être complétée, car elle met en cause quelques idées intuitives, qu'il faut élaborer pour les réduire à une formation purement arithmétique : résultat qui peut s'atteindre, soit par une formulation purement arithmétique, soit par voie sémantique, soit par voie syntactique.

Il faut rendre hommage au grand soin avec lequel, dans les trois chapitres de préparation qui suivent l'introduction, l'auteur s'applique à présenter les théorèmes auxiliaires d'arithmétique, les explications concernant l'aménagement et la structure du système formel, aussi bien que son aptitude à englober l'arithmétique ordinaire. Les notions sémantiques, puis syntactiques afférentes à (S) font l'objet des ch. IV et V : ce dernier gravite autour de l'idée de fonctions et relations récursives.

Le ch. VI met à profit tout cet outillage pour donner la démonstration, qui tire parti du procédé cantorien permettant d'établir la non-dénombrabilité du continu.

Un appendice passe en revue les théorèmes apparentés à celui de Gödel, par exemple, l'indécidabilité de la proposition qui prétendrait énoncer la non-contradiction de (S). Il précise en outre le problème ayant pour objet la vérité des propositions indécidables.

Malgré le talent peu commun de l'auteur, on verra combien l'exposé est minutieux. Il faut suivre tous les calculs avec la plus grande attention. Et il n'est pas certain qu'aux scrupules explicités dans le texte, on ne puisse en adjoindre d'autres. Il reste en tout cas très difficile devant le caractère très abstrait des résultats obtenus, de traduire en langage courant les conclusions qui s'en dégagent. On est encore loin de réaliser un exposé indécidable, d'allure simple et familière !

G. BOULIGAND.

TRICART (Jean L. F.). — La partie orientale du Bassin de Paris. Etude Morphologique. Tome 2 : **L'Evolution morphologique au Quaternaire.** 1 vol. in-8, pp. 215-474, fig. 31-90. Paris, 1952, Sedes Editeur. (Prix : 2.000 francs.)

Nous avons rendu compte l'an dernier de la première partie de l'ouvrage qui traitait de la genèse de la partie orientale du Bassin de Paris.

Dans la seconde partie, qui vient de paraître, l'auteur traite de l'évolution morphologique pendant le Quaternaire.

Le premier chapitre est consacré à l'étude des phénomènes périglaciaires dans la région crayeuse et dans les calcaires jurassiques, puis au système morphoclimatique interglaciaire. L'auteur intègre ses observations dans le cadre de la stratigraphie et de la climatologie du Quaternaire européen.

LES REVUES

REVUES GÉNÉRALES EN LANGUE FRANÇAISE

ATOMES, n° 78, septembre 1952.

Ch. MARTIN : Le Carbone 14, chronomètre naturel - Chimie et Beauté. — **C. M. YONGE** : La forme des récifs de Corail. — **A. R. WEILL** : La croissance des cristaux. — **Cl. et Mireille MOREAUX** : Les Sycomores de Paris et « la Maladie de la suie ».

ATOMES, n° 79, octobre 1952.

J. L. STEINBERG : Quelle est la forme du Radiosoleil ?. — **Th. de GALIANA** : Techniques nouvelles de Parachutage. — **Richard O. ROBLIN Jr.** : Les substances sosies - Les cartes perforées commandent une chaîne de montage automobile - Photographie des tumeurs par les ultrasons.

ATOMES, n° 80, novembre 1952.

C. L. STEBBINS Jr. : L'évolution brusque. — **M. FRANCON** : Le Microscope à contraste de phase. — **E. BAUMGARDT** : Petits Hommes et bébés Chimpanzés. — **M. MICHAUD** : L'oxygène dans la Sidérurgie - A propos de l'alcoolisme.

ENDEAVOUR, Vol. XI, n° 43, 1952.

A propos des flores. — **M. RYLE et J. A. RATCLIFFE** : La Radio-astronomie. — **M. W.TRAVERS** : Sir William Ramsey. — **A. LWOFF** : Les bactéries lysogènes II. — **N. B. MARSHALL** : Recherches biologiques récentes en Mer Rouge. — **K. M. GREENLAND** : Les filtres interférentiels en optique. — **R. S. YOUNG** : Le diamant industriel. — **J. A. V. BUTLER** : L'acide nucléique des chromosomes. — **W. J. S. NAUNTON** : Le caoutchouc synthétique.

Dans les chapitres suivants, M. J. Tricart reconstitue l'évolution du réseau hydrographique pendant le Quaternaire ; étude des terrasses des rivières périglaciaires, puis des rivières glaciaires, captures et phénomènes karstiques. C'est une application directe de nouvelles méthodes géomorphologiques. L'auteur affecte un certain dédain pour les données classiques de la Paléontologie et de l'Archéologie préhistorique. Ceci me paraît excessif, mais il faut bien reconnaître que l'analyse morphologique est si précise que tous les phénomènes sont parfaitement expliqués et même datés. Il y a de très belles pages sur les terrasses et sur les captures, ainsi que sur les karsts de l'Est du Bassin de Paris.

Géographes et géologues liront avec le plus grand intérêt ce livre qui restera parmi les classiques du Bassin de Paris.

R. FURON.

REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES, 20 octobre 1952.

P. TEILHARD de CHARDIN : La réflexion de l'énergie. — **A. PIRARD :** Procédés et résultats d'études photoélastiques. — **J. BOURGEOIS-PICHAT :** La biométrie de la mortalité infantile. — **M. THOMAS :** L'Instinct et la Connaissance en psychologie animale.

LA NATURE, n° 3209, septembre 1952.

H. ALIMEN : Aspects modernes des méthodes préhistoriques. — **R. MERLE :** La plus grande profondeur marine. — **R. RIGAL :** La Modulation par impulsions. — **R. MERLE :** L'Hippopotame dans la nature. — **G. de VAUCOULEURS :** La rotation des Nébuleuses spirales I. Les vitesses de rotation. — **M. DUCAS :** Le Laboratoire de Verneuil du Centre d'études et de recherches des Charbonnages de France. — **R. M. MAY :** La greffe de l'œil chez les Salamandres.

LA NATURE, n° 3210, octobre 1952.

P. GAUROY : L'Islande d'aujourd'hui. — **Y. LE GRAND :** La réponse de la Rétine à la lumière. — **A. BRETON :** Les dosages colorimétriques. — **G. de VAUCOULEURS :** La rotation des Nébuleuses spirales. II. Le sens de rotation. — **J. C. FILLOUX :** La Psychologie animale. — **F. de LABORDERIE :** L'impression des papiers peints. — **J. d'AGUILAR :** Les Champignons carnivores et leurs pièges. — **P. DEVAUX :** Le chauffage « en air froid ».

REVUES GÉNÉRALES EN LANGUES ÉTRANGÈRES

EXPERIENTIA, vol. VIII, fasc. 8, 9 et 10, juillet, août et septembre 1952.

F. BALTZER : Experimentelle Beiträge zur Frage der Homologie. — **H. H. KLINGER :** Solare und kosmische Radiowellen. — **J. GILLIS :** Microchimie et ultra-microchimie. — **P. HOFFMANN :** Kurzer Ueberblick über die Beziehungen der Reflexversuche mit der Elektrischen Methodik bei Mensch und Tier.

Imprimerie Jacques et Demontrond, Besançon. — 1533 - 12-52.
Dépôt légal 4e trimestre 1952 : n° 5356. Le Gérant : R. CONSTANS